

Usinage des pièces



PRODUCTION



2955, boulevard de l'Université, 5^e étage
Sherbrooke (Québec) J1K 2Y3
Téléphone : 819 822-6886
Télécopieur : 819 822-6892
www.cemeq.qc.ca

André Laflamme, chargé de projet

Marcel Roy, recherche et rédaction

Katherine Hamel et Julie Houle, révision

Éric Lachèvre, spécialiste de contenu

Janvier 2009

ISBN : 2-9807923-7-3

Dans le présent document, la forme masculine désigne tout aussi bien les femmes que les hommes.

Ce document a été réalisé par le Comité sectoriel de main-d'œuvre des industries des portes et fenêtres, du meuble et des armoires de cuisine en partenariat avec Emploi-Québec. Nous tenons à remercier les entreprises et les organismes qui nous ont autorisés à utiliser certaines illustrations.

Responsable du projet CSMO

M. Christian Galarneau

Coordonnateur

Comité sectoriel de main-d'œuvre des industries des portes et fenêtres, du meuble et des armoires de cuisine

Membres du comité sectoriel

Marc La Rue

CSD

801, 4^e Rue

Québec (Québec) G1J 2T7

Patrick Marleau

Fédération des travailleurs et travailleuses du papier et de la forêt (CSN)

550, rue Saint-Georges

Trois-Rivières (Québec) G9A 2K8

Virginie Cloutier

Association des fabricants et distributeurs de l'industrie de la cuisine de Québec

841, rue Des Oeillets

Saint-Jean-Chrysostome (Québec) G6Z 3B7

Jean Tremblay

Association des industries de portes et fenêtres du Québec

2095, rue Jean-Talon, bureau 220

Québec (Québec) G1N 4L8

Raymond Thériault

Association des fabricants de meubles du Québec (AFMQ)

1111, rue Saint-Urbain, bureau 101

Montréal (Québec) H2Z 1Y6

Alain Cloutier

Syndicat des Métallos (FTQ)

5000, boul. Des Gradins, bureau 280

Québec (Québec) G2J 1N3

Gaston Boudreau

Syndicat canadien des communications, de l'énergie et du papier (SCEP-Québec)

2, boul. Desaulniers, bureau 101

Saint-Lambert (Québec) J4P 1L2

Jean-François Michaud

Association des fabricants de meubles du Québec (AFMQ)

1111, rue Saint-Urbain, bureau 101

Montréal (Québec) H2Z 1Y6

Maurice Hugues

Emploi-Québec

276, rue Saint-Jacques Ouest, 6^e étage

Montréal (Québec) H2Y 1N3



SOMMAIRE

3	Usinage des pièces	7
3.1	Opérations d'usinage	7
3.2	Machines d'usinage.....	15
3.3	Outils de coupe.....	34
3.4	Lois d'usinage pour un mouvement de coupe circulaire (couteau de toupie)	38
	Bibliographie.....	48



Module

3

USINAGE DES PIÈCES

L'usinage des pièces est l'étape qui démarre la ligne d'assemblage. Ce module traite donc des opérations d'usinage, des machines d'usinage, des outils de coupe et des lois d'usinage pour un mouvement de coupe circulaire. Cependant, il est à noter que certaines opérations d'usinage déjà traitées dans d'autres modules, par exemple les opérations liées au sciage, sont étudiées dans le module 2 et ne font pas partie du présent module.

3.1 OPÉRATIONS D'USINAGE

Les opérations d'usinage traitées dans cette section sont le perçage, le défonçage et le toupillage.

PERÇAGE

L'opération de perçage est réalisée à l'aide d'une perceuse à main soit électrique, pneumatique ou à pile. Cependant, dans les ateliers d'ébénisterie, la perceuse à colonne est celle qui est le plus utilisée. Les perceuses à colonne peuvent être montées sur un établi ou directement au sol (figure 3.1.1). La seule différence entre les deux modèles concerne la longueur de la colonne verticale.

Figure 3.1.1 Perceuses à colonne (General MFG)



Dans les ateliers ayant une grande capacité de production, on trouve des perceuses multibroches (figure 3.1.2), lesquelles peuvent percer plusieurs trous en même temps. Toujours pour les grandes productions, on trouve de plus en plus de perceuses à contrôle numérique.

Figure 3.1.2 Perceuse multibroches industrielle



Types de mèches

Il existe, sur le marché, plusieurs types de mèches pour réaliser des travaux de perçage dans le bois, le plastique, les panneaux laminés, etc.

Toutes ces mèches sont généralement en acier rapide. Cependant, pour des utilisations particulières ou dans des matériaux abrasifs, certaines d'entre elles peuvent avoir des pointes au carbure ou mieux encore, des pointes de diamant.

Figure 3.1.3 Types de mèches (Dimar)

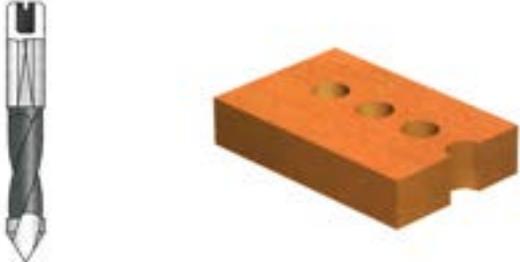
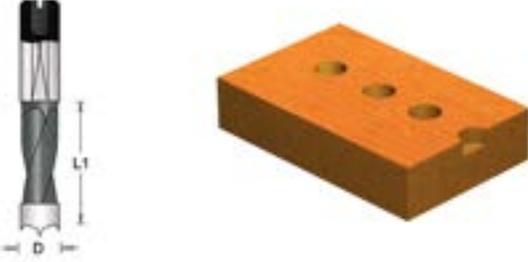
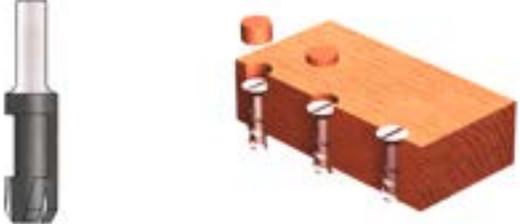
<p>Mèche hélicoïdale à tige droite</p> 	<p>– Mèche de perçage la plus courante</p>
<p>Mèche hélicoïdale à double traçoir</p> 	<p>– Mèche spécialement conçue pour un perçage du bois rapide et net</p> <p>– Évacue bien les copeaux</p> <p>– Souvent utilisée pour les trous borgnes</p>
<p>Mèche à trois pointes</p> 	<p>– Mèche à trois pointes (ou plate) conçue pour les coupes rapides, mais n'offrant pas une coupe aussi nette et précise que celle à double traçoir</p>

Figure 3.1.3 Types de mèches (Dimar) (suite)

<p>Scie-cloche</p> 	<ul style="list-style-type: none"> – Scie permettant de percer des trous de grand diamètre
<p>Mèche à aléser</p> 	<ul style="list-style-type: none"> – Mèche munie d'une pointe à centrer et deux couteaux utilisée pour percer des trous de précision et des trous borgnes à fond plat
<p>Mèche à aléser ajustable 30-60 mm</p> 	<ul style="list-style-type: none"> – Mèche munie d'une pointe à centrer, d'un couteau fixe et d'un autre ajustable – Doit être utilisée sur des perceuses à colonne seulement
<p>Mèche à percer avec adaptateur à chanfrein</p> 	<ul style="list-style-type: none"> – La forme de la mèche permet d'effectuer trois opérations en un mouvement : le perçage pour les filets, pour le corps de la vis et le fraisage pour la tête de la vis opération
<p>Mèche à fabriquer des bouchons</p> 	<ul style="list-style-type: none"> – Coupe des bouchons de différentes profondeurs pour cacher les têtes de vis encastrées
<p>Mèche Forstner</p> 	<ul style="list-style-type: none"> – Produit des coupes nettes et précises dans tous les types de bois durs et mous, les plastiques et les produits laminés – Possède une pointe à centrer et des couteaux ondulés en forme de scie et affilés comme des lames de rasoir – Son concept unique réduit la friction et les risques de brûler les matériaux.

Évacuation des copeaux

Les mèches sont conçues pour évacuer les copeaux vers le haut, en raison de leur forme hélicoïdale. Toutefois, pour ce qui est des mèches plates, des scies-cloches ou lors de perçages profonds, l'évacuation se fait difficilement. Dans ce cas, il faut souvent retirer la mèche lors du perçage afin de libérer les copeaux. Cependant, peu importe le type de mèche, il est recommandé de monter et de descendre la mèche lors du perçage non seulement pour évacuer les copeaux, mais aussi pour faire refroidir l'outil. Ce mouvement de retrait doit se faire lorsque la mèche est en rotation afin de bien dégager les copeaux.

Qualité des faces de perçage

Les défauts de perçage sont généralement causés par une mèche dont les arêtes tranchantes sont émoussées. Il est donc très important que les mèches soient parfaitement affûtées. Par contre, quant on perce un morceau de bois de part en part, des éclats se forment à la sortie de la mèche. Certains matériaux sont plus sensibles à l'éclatement, mais on peut minimiser ou éliminer les dégâts en suivant les recommandations suivantes :

- Utiliser une mèche bien affûtée.
- Percer à une vitesse appropriée.
- Diminuer la pression à la fin du perçage.
- Percer en deux temps : commencer par le côté parement et lorsque la pointe de centrage apparaît sur l'autre face, arrêter le perçage; retourner la pièce et percer de l'autre côté.
- Percer sur un martyr, soit un morceau de bois de rebut posé sous la pièce à percer. On perce le morceau de bois et on continue dans le martyr.

Un perçage bien réalisé ne présente aucun défaut tant sur la surface qu'en dessous de la pièce.

Il est important de noter que la vitesse de rotation de la mèche est inversement proportionnelle à son diamètre. En effet, plus la taille de la mèche augmente, plus la vitesse doit diminuer afin d'éviter une surchauffe du métal et donc un risque de brûlure pouvant endommager le bois ou même le métal de l'outil. La formule à utiliser afin de calculer la vitesse de rotation de la mèche se base sur la vitesse d'une mèche de 1/4 po de diamètre devant tourner à 1 500 tr/min.

Formule :

$$\frac{1500 \times 0,25}{\text{Diamètre de la mèche}} = \text{Vitesse de rotation de la mèche}$$

Par exemple, une mèche de 1/2 po doit tourner à 750 tr/min.

DÉFONÇAGE

En ébénisterie, le défonçage est une opération qui consiste à creuser, dans une pièce de bois, des encoches, des entailles, des sillons ou d'autres excavations qui n'atteignent pas ses rives. Généralement, le défonçage s'exécute avec une toupie-défonceuse et à l'aide de guides et de gabarits (figure 3.1.4). Dans les usines à grande production, les machines à commande numérique (CNC) remplacent souvent les toupies-défonceuses.

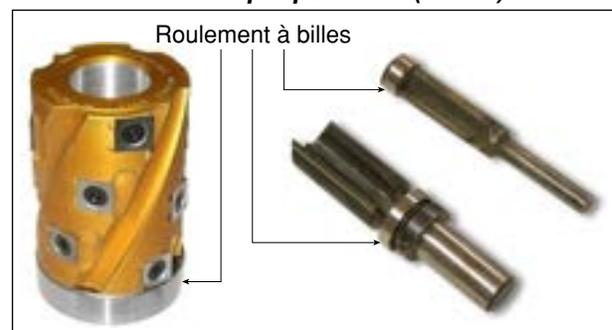
Figure 3.1.4 Défonçage (Dimar)



Calibrage

Le calibrage est utilisé lorsqu'on veut réaliser plusieurs pièces identiques. Il consiste, dans un premier temps, à fabriquer le gabarit, selon la forme exacte de la pièce à tailler. La finition doit être parfaite, car le moindre défaut sera reporté par le calibre sur la pièce. Le calibre est l'outil de coupe utilisé pour l'usinage (figure 3.1.5).

Figure 3.1.5 Calibres de toupie fixe et de toupie portable (Dimar)



Pour faciliter l'amorçage et la sortie d'usinage, il est recommandé de fabriquer le gabarit un peu plus long que la pièce.

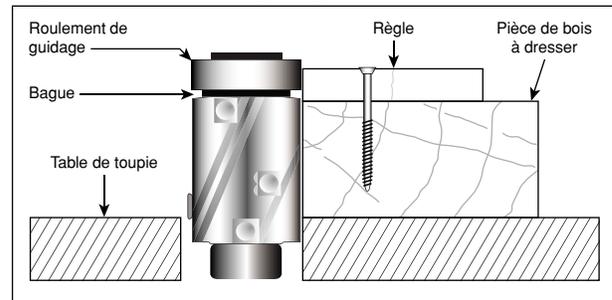
Une fois le gabarit fabriqué, on le fixe sur la pièce brute, puis on installe le calibre sur la toupie. Le roulement à billes du calibre suit le profil du gabarit, ce qui crée la pièce désirée (figure 3.1.6).

Figure 3.1.6 Calibrage au gabarit



Pour calibrer des pièces longues et au profil plane, un truc simple permet de les dresser parfaitement. Il suffit d'utiliser une règle bien droite en guise de gabarit (figure 3.1.7).

Figure 3.1.7 Calibrage à profil droit



TOUPILLAGE

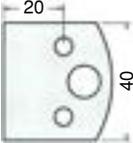
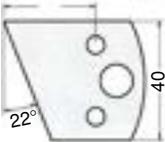
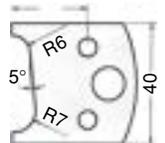
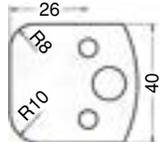
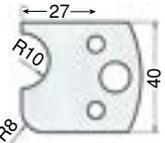
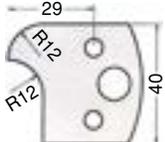
Le toupillage est une opération qui consiste à modifier le profil des pièces de bois par un travail tangentiel, ce qui veut dire entre autres fabriquer des moulures. Le toupillage peut se faire avec une toupie portable ou fixée sous une table. Pour une grande production, les entreprises d'ébénisterie artisanale ou commerciale utilisent la toupie fixe (figure 3.1.8).

Figure 3.1.8 Toupies (King Canada)



Selon le type de moulure que l'on veut produire, il s'agit de sélectionner l'outil tranchant correspondant (figure 3.1.9) et de l'installer sur un porte-outil qui sera ensuite monté sur la toupie.

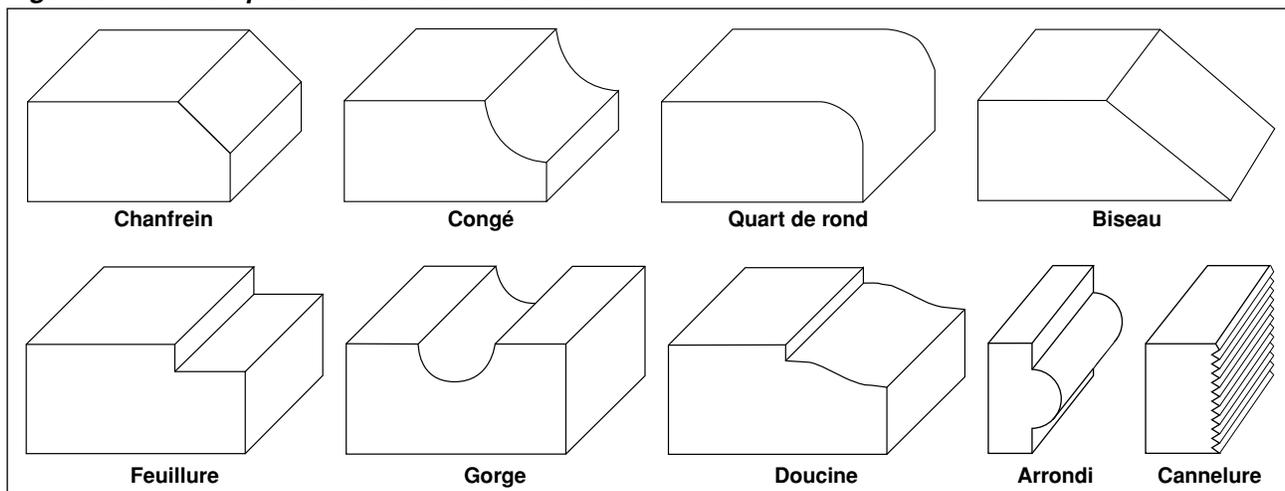
Figure 3.1.9 Outils à toupiller (Dimar)

Résultat	Outil à toupiller
	
	
	
	
	
	

Moulures

Il existe plusieurs modèles de moulures pour répondre à tous les goûts de la clientèle. La figure 3.1.10 en montre quelques exemples.

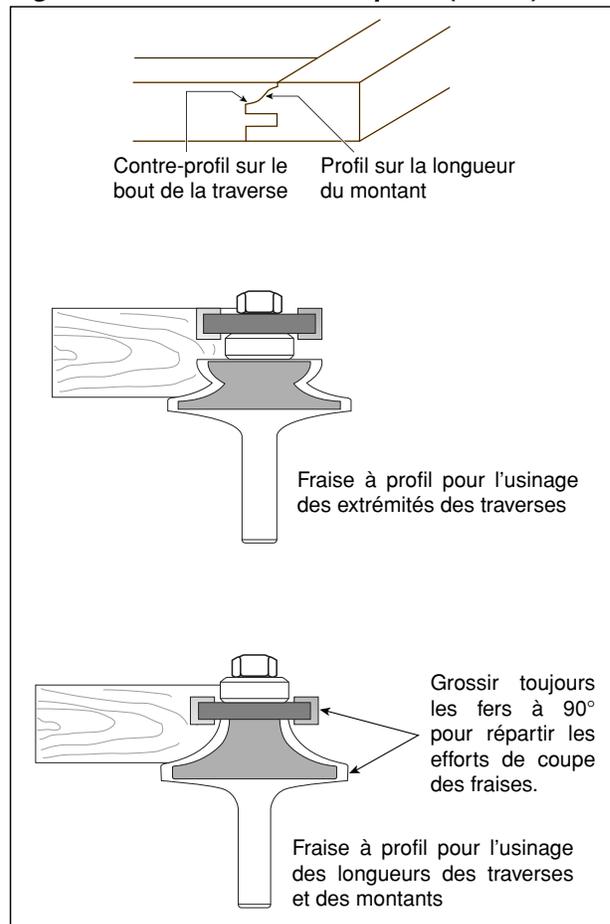
Figure 3.1.10 Exemples de formes de moulures



Profil et contre-profil

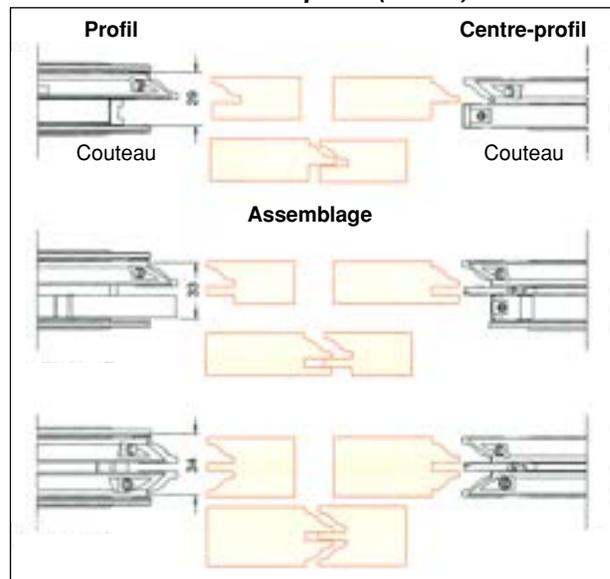
Le profil et contre-profil est un assemblage largement utilisé. La majorité des meubles de cuisine actuels sont d'ailleurs réalisés avec cette technique. En observant une porte sur son chant supérieur ou inférieur, si la moulure traverse et apparaît en bout, il s'agit bien de profil et contre-profil. Le montant supporte la moulure et la rainure, alors que la traverse présente le contre-profil (inverse de la moulure) et la languette (figure 3.1.11).

Figure 3.1.11 Profil et contre-profil (Dimar)



Avec les outils de coupe disponibles sur le marché, il est possible d'obtenir plusieurs types de profils et contre-profils (figure 3.1.12).

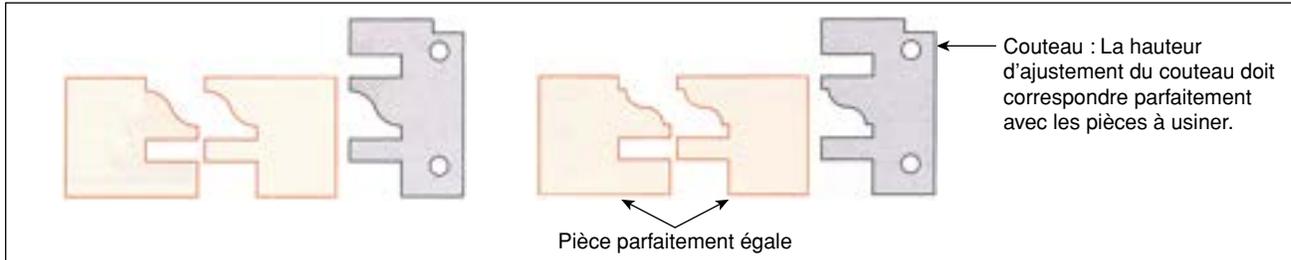
Figure 3.1.12 Outils de coupe pour profil et contre-profil (Dimar)



Ajustement

Il est important que le porte-outil de la machine soit parfaitement ajusté pour qu'une fois le profil et le contre-profil assemblés, le montant et la traverse soient au même niveau (figure 3.1.13).

Figure 3.1.13 Ajustement (Dimar)



3.2 MACHINES D'USINAGE

Il existe plusieurs machines d'usinage, mais pour les besoins de ce module, cette section traite principalement de la toupie-défonceuse fixe, de la toupie portative fixée sur table, de la toupie fixe (shaper) et de la toupie portative.

TOUPIE-DÉFONCEUSE FIXE

La toupie-défonceuse fixe (figure 3.2.1) est un outil construit avec précision. Elle coupe à l'épaisseur et à la profondeur désirées, et même de part en part, dans le bois et plusieurs autres matériaux. Les accessoires qu'on peut utiliser permettent d'obtenir des assemblages complexes, des coupes décoratives et des éléments de marqueterie. De plus, cet outil peut également toupiller des chants, creuser des emplacements de charnières et est souvent utilisé pour des assemblages en queue d'aronde.

La taille de la toupie se mesure en fonction de la capacité du moteur. Cette puissance est exprimée en hp, qui varie de 1/4 à 4 hp. La toupie-défonceuse fixe est disponible à vitesse fixe ou à vitesse variable. Cette vitesse varie entre 15 000 et 30 000 tr/min.

Figure 3.2.1 Toupie-défonceuse fixe (Normand)



TOUPIE PORTATIVE FIXÉE SUR TABLE

La toupie portative peut être fixée sur une table, la transformant ainsi en toupie fixe (figure 3.2.2). Elle est donc fixée sous la table, laissant dépasser l'outil de coupe ajusté en fonction du travail à exécuter. Ce montage est souvent utilisé par les boutiques artisanales et les petits ateliers d'ébénisterie.

Figure 3.2.2 Table pour toupie portative (General MFG)

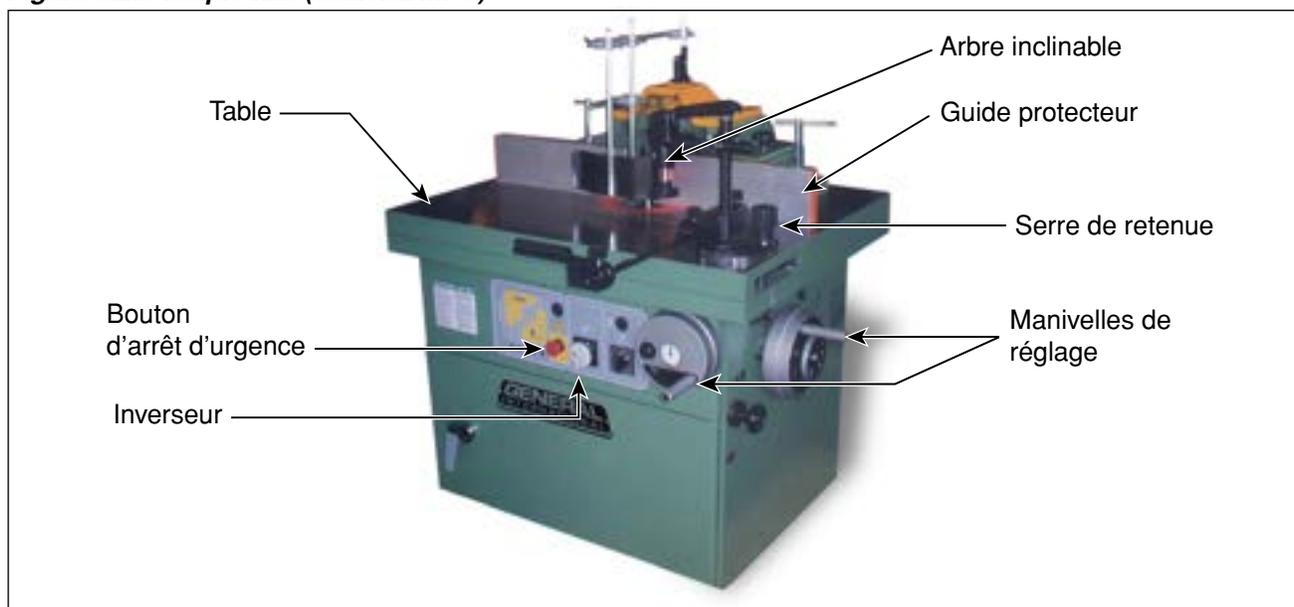


TOUPIE FIXE

Les toupies fixes présentent plusieurs composants, qu'elles soient à contrôle manuel ou automatisé (figure 3.2.3) :

- arbre vertical inclinable pour ;
- table en fonte massive rectifiée pour une surface lisse;
- interrupteur avec inverseur de marche et bouton d'arrêt;
- serre de retenue à onglet blocable sur la table coulissante;
- guide protecteur de l'arbre avec sortie pour un capteur de poussière;
- manivelles de réglage.

Figure 3.2.3 Toupie fixe (General MFG)



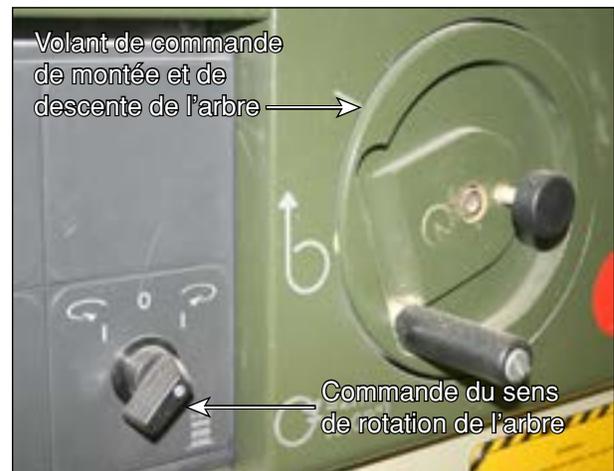
On peut aussi changer la démultiplication arbre/moteur en réglant la courroie placée en dessous de la table. Les nouvelles technologies ont permis de supprimer les manivelles de réglage, grâce à un réglage numérique automatisé et actionné à l'aide d'un potentiomètre. Le changement de démultiplication permet ainsi de modifier la vitesse de rotation de l'outil assurant une meilleure sécurité et une qualité de coupe supérieure.

Ajustement de la toupie fixe

Avant de procéder aux ajustements, il importe de monter convenablement l'outil sur l'arbre. Il est à noter que l'alésage, c'est-à-dire le trou de l'outil, devra correspondre parfaitement au diamètre de l'arbre pour éviter de graves blessures lors de l'utilisation. L'outil doit être placé le plus bas possible sur l'arbre afin d'éviter les vibrations qui pourraient entraîner un mauvais usinage dans le bois.

Une fois l'outil convenablement installé et serré sur l'arbre, l'ébéniste doit procéder au réglage en fonction de l'usinage à réaliser. Deux critères entrent en ligne de compte pour le réglage de la toupie : la hauteur et la profondeur de l'usinage. Le réglage de la hauteur se fait à l'aide de la manivelle situé sur la machine (figure 3.2.4). Il très important que le réglage se fasse en montant afin de prendre le jeu des différentes vis et engrenages. La hauteur peut être réglée à l'aide d'un instrument de mesure ou à l'aide d'une pièce préalablement tracée.

Figure 3.2.4 Panneau de commande d'une toupie fixe



Une fois la hauteur réglée, il reste à régler la profondeur de coupe. Pour ce faire, on déplace les guides situés de part et d'autre de l'arbre. C'est la différence entre les guides et l'outil qui correspond à la profondeur d'usinage; plus le couteau dépasse le guide, plus grande est la profondeur de coupe (figure 3.2.5).

Figure 3.2.5 Saillie de l'outil par rapport au guide

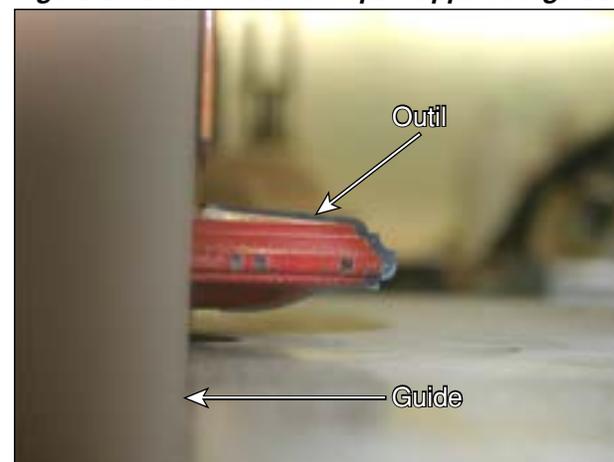


Figure 3.2.6 Minimisation des ouvertures autour de l'outil

Pour des raisons de sécurité, il faut refermer l'espace entre les deux guides le plus près possible de l'outil (figure 3.2.6). Toutefois, il ne faut surtout pas que l'outil entre en contact avec les guides lors de la rotation. Afin d'éviter cela, l'utilisateur de la toupie prend soin de faire tourner l'arbre manuellement afin de s'assurer que rien n'obstrue l'outil. De plus, l'ébéniste peut fermer l'espace au-dessus de l'outil pour faciliter l'aspiration des copeaux lors de l'usinage.



Une fois ces réglages terminés, il est conseillé de procéder à la mise en place de presseurs, et ce, pour deux raisons. La première a trait à la sécurité. En effet, la mise en place de presseurs permet la plupart du temps de cacher l'outil et, par conséquent, de protéger les mains de l'utilisateur. La seconde raison touche la de qualité. Grâce à l'installation de presseurs, la pièce est parfaitement en contact avec la table de la machine. Ainsi, lors de l'avancement de la pièce, il devient impossible de faire varier les hauteurs d'usinage et en plus, les presseurs permettent d'éviter les vibrations. Certaines toupies fixes sont munies de presseurs (figure 3.2.7); sinon, on peut toujours en fabriquer et les maintenir sur les guides à l'aide de serres (figure 3.2.8).

Figure 3.2.7 Presseurs de compagnie

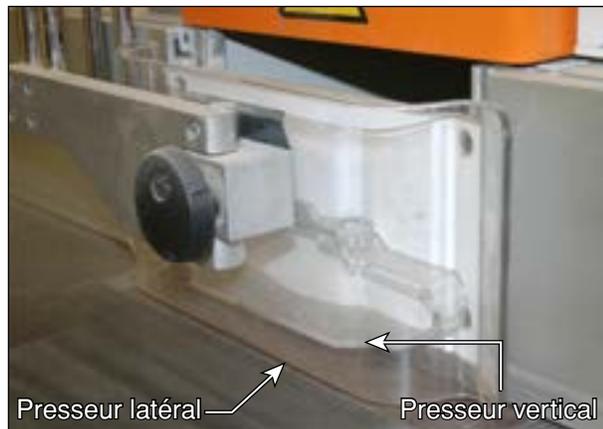
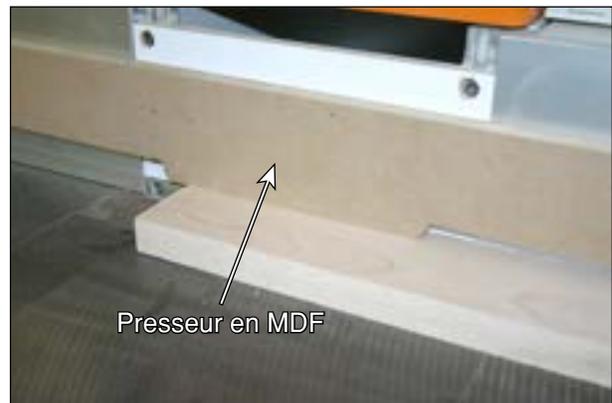


Figure 3.2.8 Presseur fabriqué



L'utilisation d'entraîneurs peut également avoir les mêmes avantages, en plus de régulariser l'avance de la pièce dans l'outil (figure 3.2.9).

Entraîneur

L'entraîneur est un appareil destiné à faire avancer les pièces de bois lors de l'usinage sur des machines telles que toupie, dégauchisseuse ou scie circulaire. Des rouleaux assurent le pressage et l'entraînement des pièces par friction (figure 3.2.9).

Figure 3.2.9 Entraîneur



L'entraîneur améliore, facilite et sécurise considérablement l'usinage des pièces en supprimant les risques de contact des mains avec les outils tranchants. Cet outil est très utile que ce soit lors de l'usinage des pièces longues (moins de fatigue et plus de régularité) ou, au contraire, des pièces courtes (plus de sécurité).

Les principaux avantages de l'entraîneur sont les suivants :

- Un gain important en rapidité d'exécution, notamment pour le travail en série.
- L'avance mécanique du bois permet une grande régularité de l'usinage : le bois est parfaitement plaqué contre la table et contre le guide de la toupie par les rouleaux d'entraînement.
- Un variateur de vitesse ou un système d'engrenage mécanique permet de régler la vitesse d'avance au mieux entre 3 et 11 m/min en fonction de l'usinage à réaliser.
- L'avance du bois est régulière; les à-coups et les marques de reprise produite par une opération manuelle sont éliminés. Les ondes d'usinage que l'on peut observer à la surface des bois usinés mécaniquement et provoquées par la rotation des outils de coupe sont considérablement diminuées, ce qui permet de gagner du temps lors du ponçage.
- L'usure des outils est plus régulière, d'où les affûtages moins fréquents.
- L'avance réversible permet d'usiner les matériaux fragiles en « avalant » (avance du bois dans le sens de rotation de l'outil sans risque d'accident).
- L'entraîneur peut être employé à l'horizontale (face de la pièce sur la table) ou à la verticale (chants des pièces sur la table) selon les besoins.

- *Ajustement de l'entraîneur*

L'ajustement de l'entraîneur est très important, car il influe sur la qualité de l'usinage des pièces. Voici quelques recommandations concernant l'ajustement des entraîneurs :

- À noter :
 - Positionnement vertical de l'entraîneur : les rouleaux pressent la pièce sur le guide.
 - Positionnement horizontal de l'entraîneur : les rouleaux pressent la pièce sur la table.
- Il est important de fermer au maximum l'espace entre les deux guides de la machine ainsi que la lumière de la table pour que les pièces usinées ne puissent pas s'engager dans l'outil.
- Le rouleau central de l'entraîneur doit être positionné dans l'axe de l'outil. Ainsi, la pièce de bois sera convenablement entraînée en entrée et en sortie d'usinage.
- En entraînement horizontal, l'entraîneur doit être réglé légèrement de biais par rapport aux dispositifs de guidage, afin que les pièces usinées soient bien maintenues en position (figure 3.2.10).
- En entraînement vertical, les galets doivent être de 10 à 15 mm au-dessus de la table de la toupie (figure 3.2.10).

Figure 3.2.10 Positionnement pour entraînements horizontal et vertical

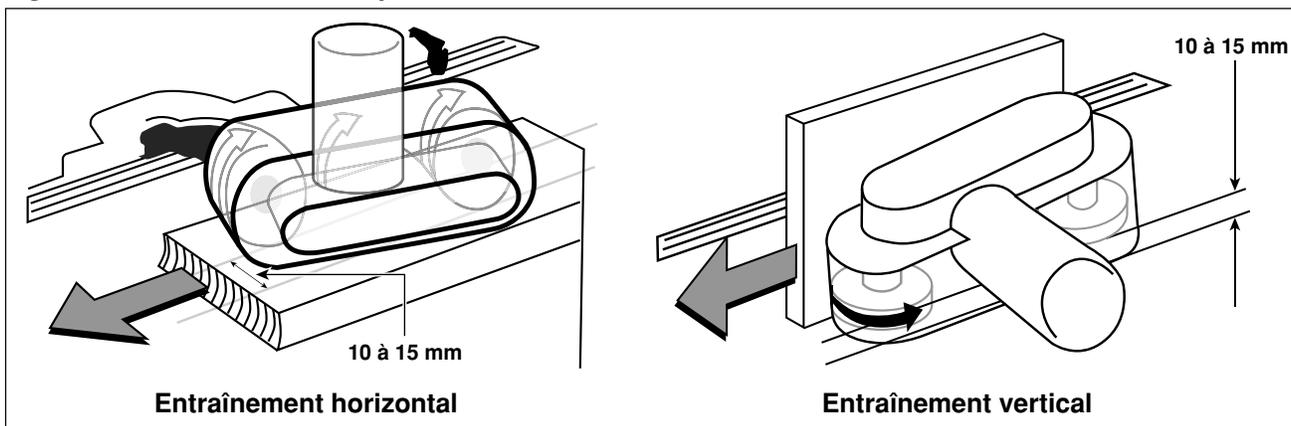
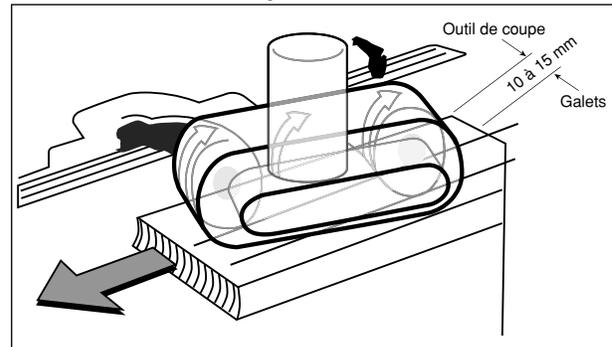


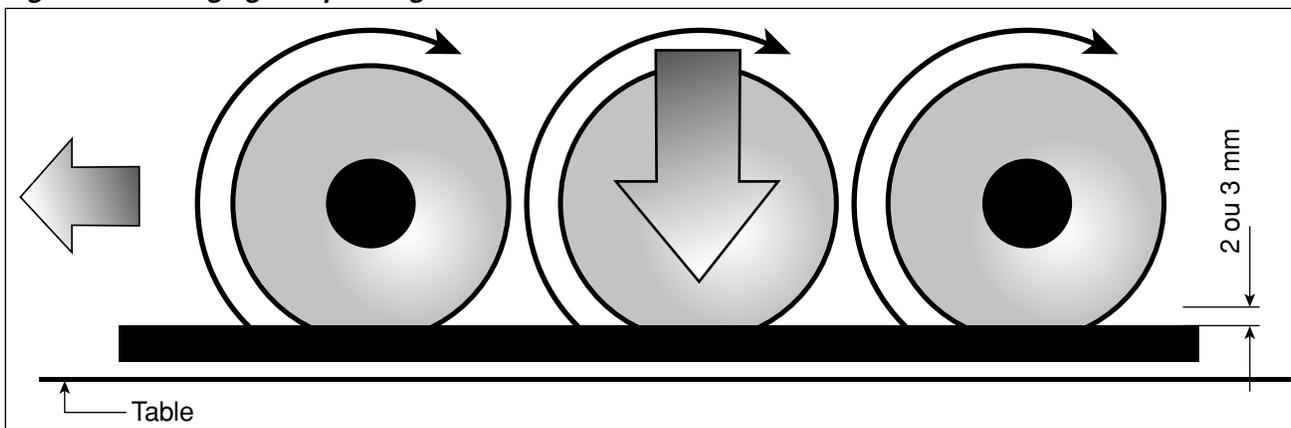
Figure 3.2.11 Distance entre les galets et l'outil de coupe

- La distance entre l'arête de coupe de l'outil et les galets de l'entraîneur doit être de 15 à 30 mm (mais de 10 à 15 mm de biais entre le premier et le dernier galet) (figure 3.2.11).



- À vide, les rouleaux doivent être à environ 2 ou 3 mm sous le niveau des pièces posées sur la table ou appliquées contre le guide (figure 3.2.12). Un excès de pression risquerait d'endommager prématurément les rouleaux de l'entraîneur.

Figure 3.2.12 Réglage du pressage vertical



• Utilisation de l'entraîneur

Pour l'utilisation de l'entraîneur, il devient important de calculer la vitesse d'entraînement idéale en fonction de la qualité de l'usinage à obtenir. Les calculs relatifs à la vitesse d'entraînement seront vus en fin de guide. Toutefois, en pratique, on peut considérer que la vitesse d'avance est correcte lorsque les copeaux obtenus sont fins et bien formés. Une vitesse d'avance trop faible génère seulement de la poussière, puis provoque des traces de brûlure sur le bois et un émoussage rapide des outils. Par contre, une vitesse d'avance trop rapide génère des copeaux éclatés et un état de surface médiocre.

La dureté du matériau usiné doit aussi être prise en compte; la vitesse d'avance idéale est généralement plus faible avec les bois durs qu'avec les bois tendres.

- *Sécurité*

L'entraîneur constitue en lui-même un élément de sécurité. En effet, il évite à l'ébéniste d'avoir à entraîner lui-même la pièce, évitant du même coup d'approcher ses mains près du couteau.

Voici quelques recommandations importantes relatives à l'utilisation d'un entraîneur sur une toupie :

- Vérifier le blocage des guides, des protecteurs et de l'entraîneur.
- Tourner l'outil manuellement avant la mise en marche afin de s'assurer qu'il tourne librement.
- Vérifier la concordance de la vitesse de rotation de l'outil de coupe avec les recommandations du fabricant.
- Vérifier l'exactitude de la vitesse d'avance de l'entraîneur.
- Lubrifier la table de la machine pour faciliter le glissement des pièces (on peut utiliser de la paraffine).
- S'assurer que la pièce à entraîner n'a pas tendance à buter ou à entrer dans une des ouvertures de la machine.

Utilisation de la toupie fixe

L'utilisation de la toupie fixe comporte certains dangers et c'est pour cela qu'on doit prendre toutes les mesures possibles afin de les minimiser.

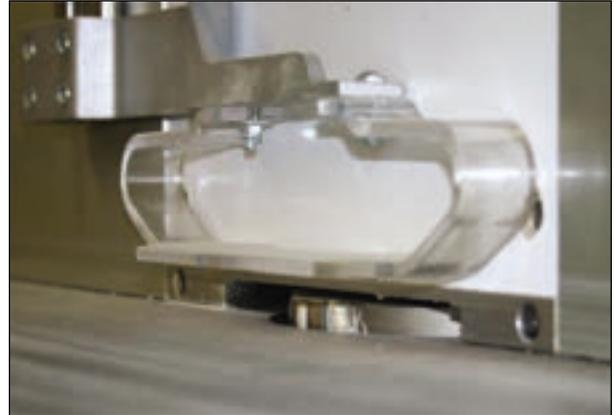
Tout d'abord, l'opérateur doit se placer de façon à être bien stable sur ses pieds et non en déséquilibre. Ensuite, il doit utiliser ses deux mains pour pousser la pièce. Une des deux effectue une pression de la pièce vers l'outil, tout en exerçant une pression vers la table. L'autre main pousse la pièce afin de la déplacer contre le guide, en exerçant également une pression vers la table (figure 3.2.14).

Figure 3.2.14 Position des mains sur la pièce à usiner



D'une façon générale, on peut travailler à la toupie par-dessous ou par-dessus. Le travail par-dessous est recommandé, car il permet de ne pas prendre plus de matière que prévu et il est moins dangereux puisque l'outil est caché par la pièce de bois. Il exige toutefois d'enlever quelques plaques de lumière amovibles afin de permettre à l'outil de se placer à la hauteur de la table (figure 3.2.15).

Figure 3.2.15 Outil placé pour usiner une feuillure par-dessous



Le travail par-dessus est, dans certains cas, beaucoup plus visible. Toutefois, s'il est réalisé sans protecteur ni presseur, il peut s'avérer très dangereux. Il est indispensable lors de l'usinage d'une plate-bande (panneau soulevé), car la mesure importante, qui doit être régulière, n'est pas ce qu'enlève l'outil mais bien ce qui reste, car cette partie doit entrer dans une rainure (figure 3.2.16).

Figure 3.2.16 Usinage d'une plate-bande par-dessus



Les usinages arrêtés ne devraient se faire qu'avec l'aide de butées afin d'éviter tout retour en arrière des pièces de bois au moment du contact avec l'outil. Ces butées sont fixées sur le guide de la machine ou sur des plaques spéciales lorsque la longueur des pièces à usiner l'exige (figure 3.2.17).

Figure 3.2.17 Butée pour usinage arrêté



Figure 3.2.18 Exemple de poussoir pour pièce de petite dimension

Les usinages sur de petites pièces nécessitent des poussoirs ou des gabarits spécialement conçus pour les maintenir, sans risquer de se blesser les mains (figure 3.2.18).



Sécurité

Certaines règles de sécurité doivent être suivies lors de l'utilisation de la toupie fixe, car c'est un appareil qui peut causer des accidents graves s'il est mal utilisé :

- Éviter de porter des vêtements amples.
- Porter des lunettes de sécurité.
- Procéder à tous les réglages seulement lorsque le contact est coupé.
- Vérifier que les couteaux sont bien affûtés.
- Enlever tous les outils servant aux réglages.
- Diriger l'éclairage sur la pièce à usiner.
- Maintenir fermement la pièce à usiner.
- Vérifier manuellement si l'arbre tourne librement après le réglage des couteaux.
- Vérifier si l'installation des couteaux correspond au sens de rotation de l'arbre.
- Vérifier la vitesse de rotation; elle doit correspondre aux recommandations des fabricants.
- Couper le contact lorsque le travail est terminé. S'éloigner de la toupie uniquement lorsque le moteur est complètement arrêté.

Contrôle de la qualité d'usinage

Le contrôle de la qualité d'usinage peut commencer durant l'usinage lui-même, car l'ébéniste peut entendre si les copeaux se détachent correctement ou s'ils éclatent. Si le son change en cours d'usinage, il se peut que le fil du bois ait changé de sens, occasionnant des éclats. Il est alors préférable de réduire la vitesse d'amenage de la pièce afin de limiter l'éclatement.

Une fois l'usinage réalisé, le contrôle se fait visuellement. On observe si la qualité de surface répond aux exigences, c'est-à-dire qu'elle est sans éclat important et avec des ondes d'usinage réduites pouvant être facilement enlevées lors du ponçage (figure 3.2.19).

Figure 3.2.19 Éclats dus à l'usinage

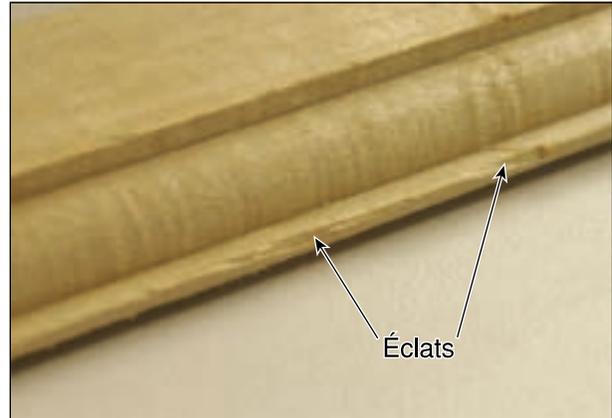
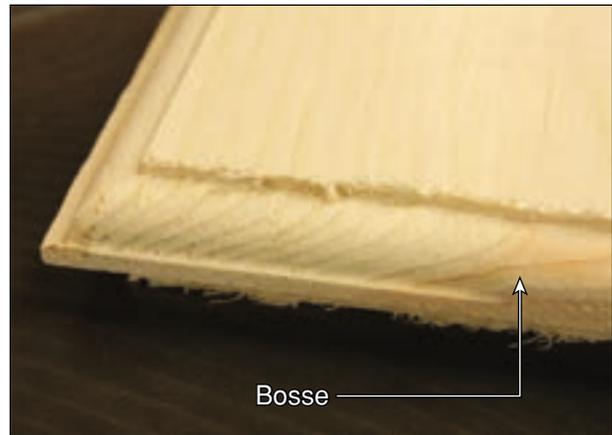


Figure 3.2.20 Bosse due à l'usinage

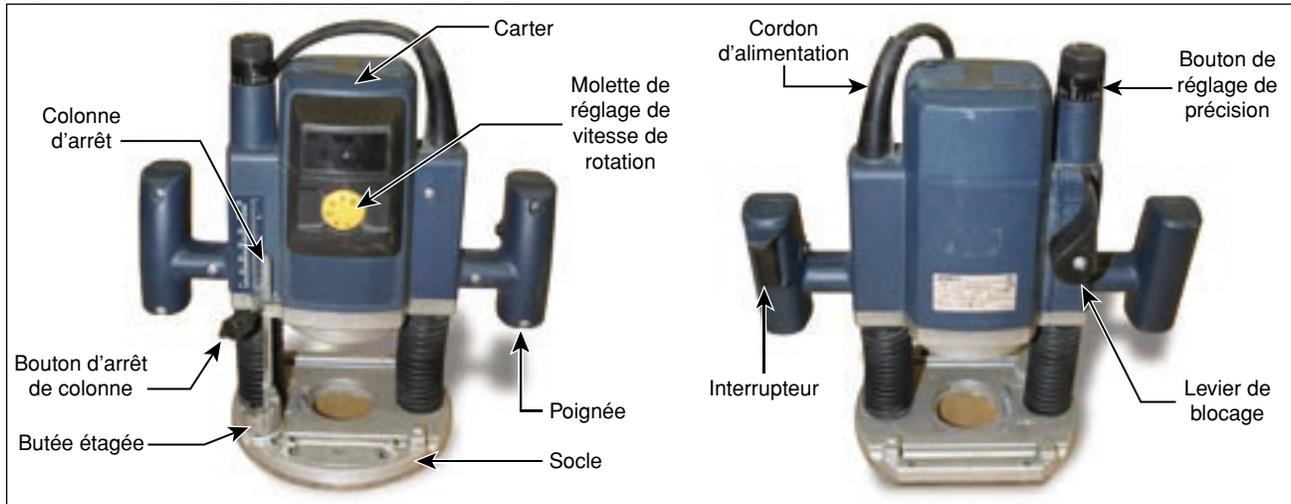
Un contrôle de qualité peut également être fait à la main en glissant ses doigts le long du profil afin de sentir s'il y a des bosses dans l'usinage, auquel cas, si la forme le permet, on devra reprendre l'usinage (figure 3.2.20).



TOUPIE PORTATIVE

Toupie fixe ou toupie portative? Rien n'oppose ces deux machines qui sont complémentaires. Toutefois, la toupie portative (figure 3.2.21) permet de faire tout ce qui est réalisable à la toupie fixe alors que l'inverse n'est pas vrai.

Figure 3.2.21 Composants d'une toupie portative



Moyennant quelques astuces et parfois plusieurs passes, on peut réaliser à la toupie portative de gros travaux habituellement effectués à la toupie fixe.

Pour la réalisation de pièces unitaires, par exemple par un artisan, la toupie portative permet, par sa maniabilité et sa facilité de pointage, l'exécution des travaux plus rapidement qu'à la toupie fixe.

Caractéristiques

Quel que soit le fabricant, la toupie portative (ou toupie plongeante) présente généralement les caractéristiques suivantes :

- contrôle électronique de la vitesse assurant le même niveau de finition, quelle que soit la qualité du bois;
- maintien de la vitesse sélectionnée tout au long du travail;
- guidage de précision par des colonnes rectifiées et coulissantes permettant une maîtrise de la plongée;
- démarrage progressif évitant que la fraise change de position, ce qui est particulièrement important sur une toupie portative de grande puissance;
- réglages faciles et précis de la profondeur du fraisage avec échelle graduée;
- butée de profondeur permettant des fraisages de différentes profondeurs et progressifs;
- blocage d'arbre permettant un changement rapide et facile de la fraise;
- captage des poussières par une buse d'aspiration adaptée sur la semelle.

Ajustement de la toupie portative

Le réglage de la profondeur de coupe d'une toupie portative plongeante se fait comme suit :

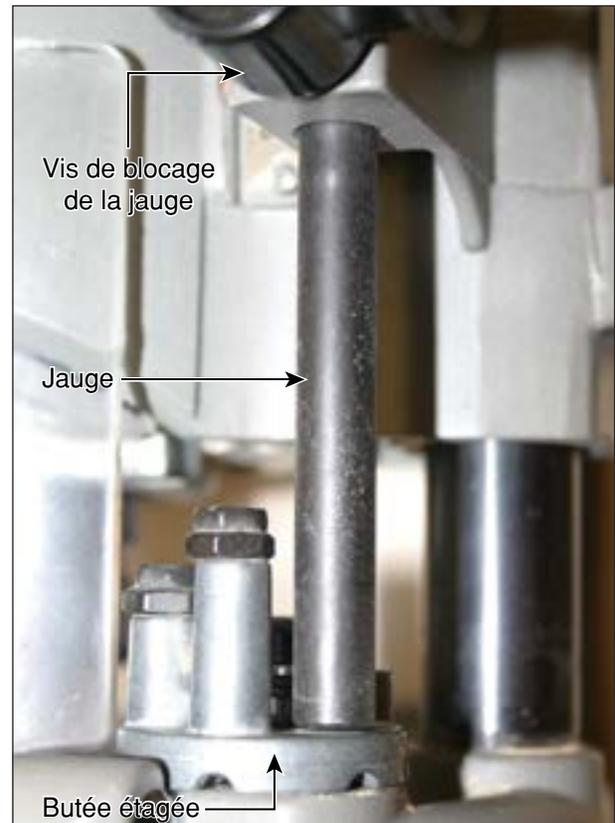
1. Après avoir installé le couteau sur la toupie, faire descendre la tête de la machine afin que l'outil soit au même niveau que la semelle. Ce point est égal à zéro (figure 3.2.22).

Figure 3.2.22 Mise à zéro de l'outil



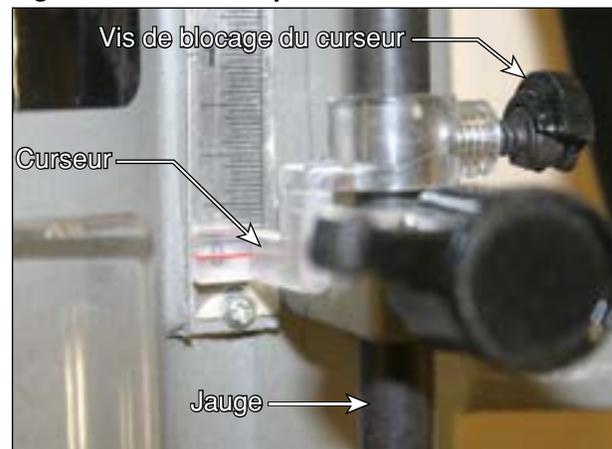
2. Placer la jauge de profondeur en contact avec la butée étagée (la plus basse), puis la serrer (figure 3.2.23).

Figure 3.2.23 Mise en butée de la jauge



- Dévisser le curseur placé sur la jauge afin de le positionner sur le zéro, puis le revisser (figure 3.2.24).

Figure 3.2.24 Mise en place du curseur sur le zéro



- Dévisser la vis de blocage de la jauge et déplacer la jauge en même temps que le curseur jusqu'à la mesure de profondeur à usiner. L'espace entre le bout de la jauge et la butée étagée correspond à la profondeur d'usinage (figure 3.2.25).

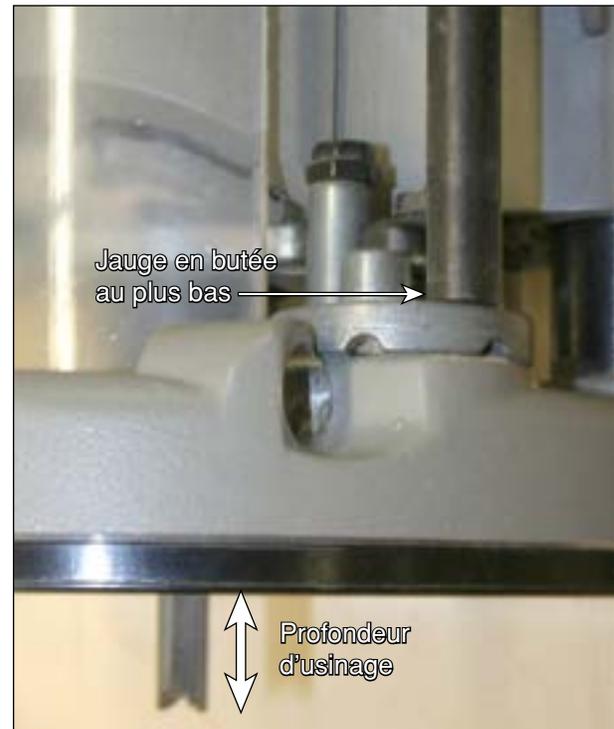
Figure 3.2.25 Position de la jauge à la profondeur d'usinage





Donc, la prochaine fois que l'opérateur fera plonger l'outil, le bout de la jauge viendra en contact contre la butée étagée et ainsi, le fer sera à la profondeur d'usinage souhaitée (figure 3.2.26).

Figure 3.2.26 Outil en butée à la profondeur d'usinage



Si la profondeur d'usinage est trop importante pour la réaliser en une seule étape, utiliser alors la butée étagée afin de réduire cette profondeur. Effectuer une première passe avec la butée à mi-hauteur, puis une seconde et dernière passe à la plus basse position, c'est-à-dire à la profondeur préalablement réglée (figure 3.2.27).

Figure 3.2.27 Usinage à profondeur réduite



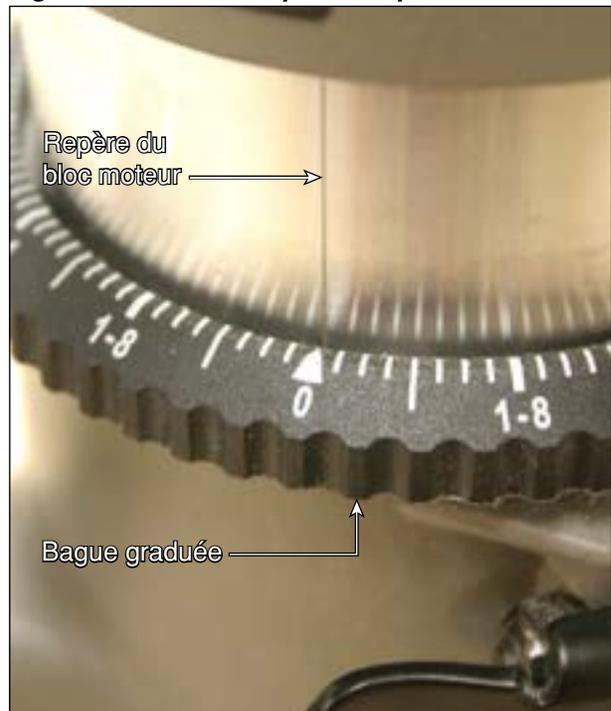
Pour le réglage des toupies non plongeantes (figure 3.2.28), l'étape n° 1 est la même. Ensuite :

Figure 3.2.28 Modèle de toupie portable non plongeante



2. Placer la bague graduée pour que le point zéro arrive face au repère situé sur le bloc moteur (figure 3.2.29).

Figure 3.2.29 Mise en place du point zéro





- Une fois la bague à zéro, desserrer le levier et faire tourner le bloc moteur (sans faire tourner la bague graduée), afin de faire descendre l'outil jusqu'à la profondeur choisie, puis resserrer le blocage (figure 3.2.30).

Figure 3.2.30 Réglage à la profondeur choisie

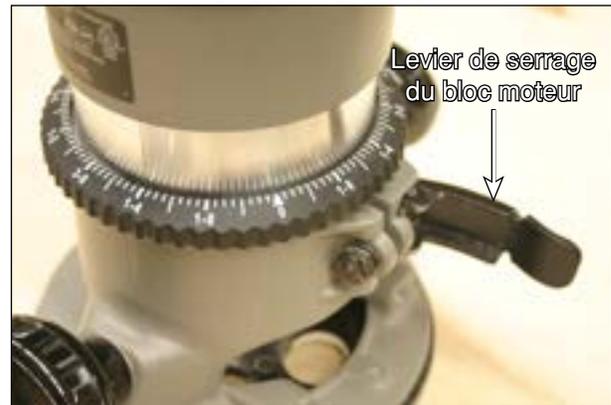


Figure 3.2.31 Réglage de profondeur à l'aide d'une pièce de bois



Sur ces deux types de toupies portatives, les réglages de profondeur de coupe peuvent également s'effectuer à l'aide d'une pièce de bois bien droite, sur laquelle on aura pris soin de tracer une ligne à la mesure souhaitée (figure 3.2.31).



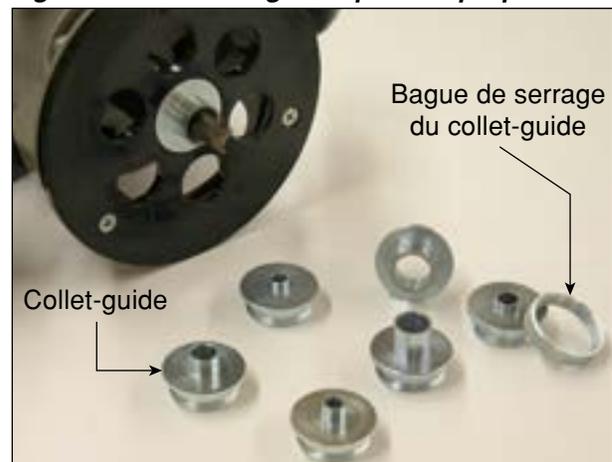
Vérifier que le levier de blocage est serré après avoir réglé la profondeur de coupe, au risque d'entraîner des dommages aux dispositifs d'ajustement de profondeur.

Utilisation de la toupie portative

La toupie portative s'utilise généralement avec un gabarit et un collet-guide adapté à elle. On retrouve plusieurs types de collets-guides sur le marché. (figure 3.2.32).

Un gabarit est un moule à profiler. Pour fabriquer un gabarit, on doit faire particulièrement attention à ce qui suit.

Figure 3.2.32 Collets-guides pour toupie portative



Comme le collet-guide est plus grand que l'outil, il y a donc un décalage entre la forme et les dimensions du gabarit par rapport à l'usinage souhaité (figure 3.2.33). Ce décalage se calcule comme suit :

$$\frac{\text{Diamètre du collet} - \text{diamètre de l'outil}}{2}$$

La précision de la mesure du décalage est primordiale, car elle influe directement sur l'usinage qui sera effectué sur la pièce finale (figure 3.2.34).

Figure 3.2.33 Répercussion du décalage entre l'outil et le collet-guide sur le gabarit et l'usinage réalisé

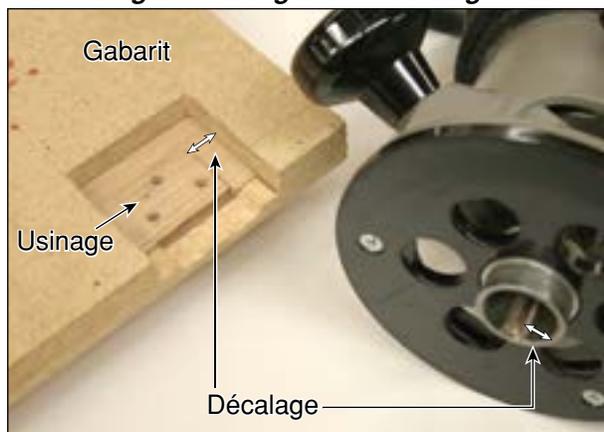
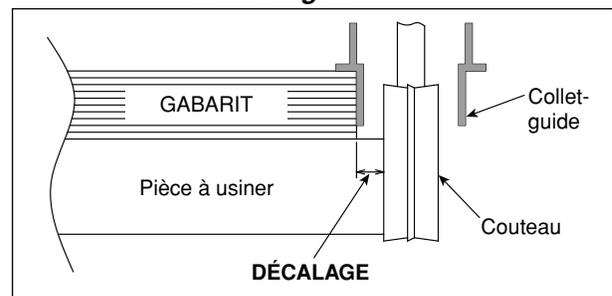
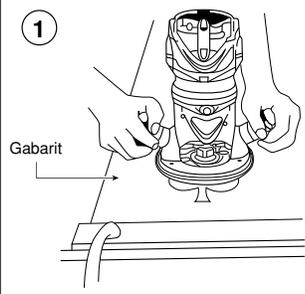
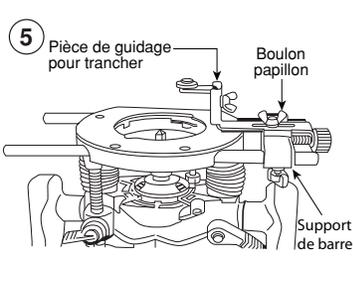
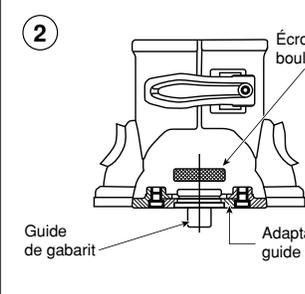
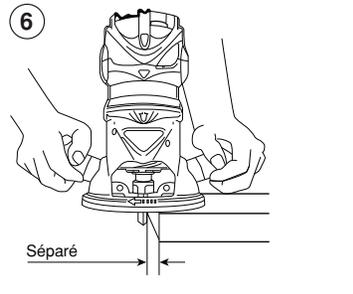
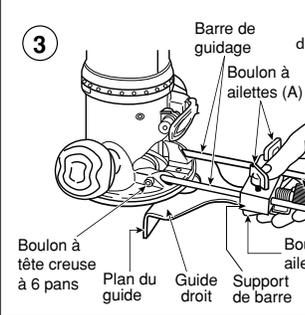
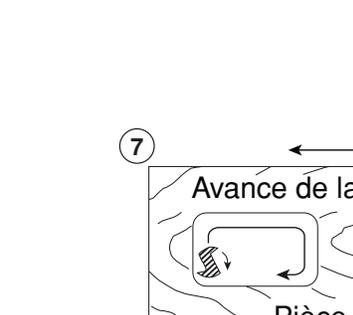
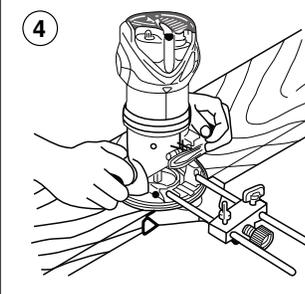


Figure 3.2.34 Gabarit d'usinage utilisé avec un collet-guide



Guidage de la toupie portable

<p>1</p>  <p>Gabarit</p>	<p>Utiliser le guide de gabarit lorsqu'on veut produire une grande quantité de pièces de forme identique.</p>	<p>5</p>  <p>Pièce de guidage pour trancher Boulon papillon Support de barre</p>	<p>Appuyer solidement le socle de la toupie portable sur la surface de la pièce à usiner ainsi que le guide droit sur le chant.</p>
<p>2</p>  <p>Écrou de boulonnage Guide de gabarit Adaptateur de guide de gabarit</p>	<p>Installer le guide de gabarit dans l'orifice central de l'adaptateur de gabarit et le fixer avec l'écrou de boulonnage.</p>	<p>6</p>  <p>Séparé</p>	<p>Débarrasser la mèche ou la fraise de tout résidu avant de mettre l'outil sous tension. Mettre l'outil sous tension et attendre que l'outil ait atteint sa vitesse maximale. Manipuler l'outil conformément au sens d'avance. La mèche tourne dans le sens horaire.</p>
<p>3</p>  <p>Barre de guidage Vis d'avance Boulon à ailettes (A) Boulon à tête creuse à 6 pans Plan du guide Guide droit Support de barre</p>	<p>Utiliser un guide droit lors d'une coupe en biseau ou d'une coupe en rainure sur les côtés d'une pièce. Suivre les instructions du fabricant pour installer le guide droit.</p>	<p>7</p>  <p>Avance de la toupie Pièce Rotation de la mèche</p>	<p>Régler la vitesse de l'outil s'il y a lieu (certaines toupies portatives ne sont pas munies d'un variateur de vitesse).</p>
<p>4</p> 	<p>Utiliser la pièce de guidage pour le chanfreinage. Utiliser le boulon papillon pour monter et fixer la pièce de guidage.</p>		

Le fait de déplacer l'outil trop rapidement vers l'avant risque de donner des résultats médiocres ou d'endommager la mèche ou le moteur. En revanche, un déplacement trop lent risque de brûler et d'endommager la coupe.

La vitesse d'avance correcte dépend de la taille de la mèche, du travail et de la profondeur de coupe. Avant de commencer à couper la pièce proprement dite, il est recommandé de faire des essais sur un morceau de chute. Cela montrera exactement à quoi ressemblera la coupe et permettra de vérifier les dimensions.

3.3 OUTILS DE COUPE

TYPES D'OUTILS

L'outil de coupe ne peut être utilisé pour l'usinage du bois qu'une fois monté sur le support de l'outil. De ce point de vue, le support de l'outil est un porteur de copeaux à machiner. Selon les fonctions, on utilise les outils sur des machines pour toupiller, fraiser, raboter, scier ou percer. Selon la fixation des copeaux sur le support, on distingue trois catégories d'outils pour machines (figure 3.3.1) :

- outils monoblocs;
- outils à pastilles rapportées (compound);
- outils assemblés.

Figure 3.3.1 Outils de coupe



Outils monoblocs

Les outils monoblocs, ou massifs, sont toujours fabriqués en une seule matière, par exemple la fraise en métal dur massif. L'outil en acier rapide hautement allié (HS) ou en acier à outil faiblement allié fait partie de cette catégorie. Lorsqu'une usure est remarquée, l'outil doit être affûté. Le diamètre nominal devient par conséquent de plus en plus petit, ce qui peut avoir comme conséquence de déformer le profil de l'outil. C'est pourquoi il existe une limite d'affûtage. Dès que cette limite est atteinte, l'outil doit être remplacé. Les outils monoblocs comprennent les fraises, les mèches et les copeaux. Ces outils sont utilisés en aménagement mécanique pour des raisons de sécurité.

Outils à pastilles rapportées

Les outils à pastilles rapportées sont composés d'un corps d'outil muni de copeaux. Les copeaux sont fixés sur le corps par soudage, brasage ou collage. Le corps de l'outil est généralement en acier, les copeaux en acier rapide hautement allié (HS), en métal dur (HW) ou en diamant polycristallin (DP). Lorsque les copeaux sont usés, les outils sont affûtés et, lorsque la limite d'affûtage est atteinte, l'outil complet doit être remplacé. Cette catégorie d'outils comprend les fraises, les mèches, les copeaux et les lames de scie.

Outils assemblés

Les outils assemblés sont composés d'un porte-outil, de couteaux et d'éléments de fixation permettant de fixer les couteaux sur le porte-outil. L'assemblage entre le couteau et le porte-outil est ainsi amovible. Les couteaux peuvent être changés lorsqu'ils sont usés ou détériorés. Le maintien constant du diamètre nominal et l'exactitude du profil sont donc garantis. L'assortiment comprend des outils à couteaux réversibles, des porte-outils, des têtes et des arbres à raboter.

Jeux d'outils

Plusieurs éléments des catégories énumérées précédemment sont combinés en jeux d'outils pour permettre de travailler de manière plus rationnelle. De cette façon, on peut exécuter plusieurs opérations d'usinage en une seule étape. Les jeux d'outils sont composés de plusieurs outils de coupe, de douilles, de bagues d'espacement, de tiges et de vis de fixation.

MATÉRIAU DES OUTILS DE COUPE

Beaucoup de matériaux de coupe ont été développés pour fabriquer les outils. Certains offrent une résistance moyenne à l'usure; d'autres sont beaucoup plus performants. Voici la liste des matériaux les plus utilisés :

SP : Acier à outils allié

Utilisé pour les mèches, les tranchants, les lames de scies circulaires simples, les scies circulaires à lames oscillantes, etc.

HL : Acier à outils hautement allié

Acier allié avec 2 % de carbone et 12 % de chrome. Il est utilisé pour l'usinage du bois massif.

HS : Acier rapide hautement allié

Alliage d'acier avec au moins 12 % de tungstène, du molybdène, du vanadium, du cobalt et du chrome. Il est essentiellement utilisé pour l'usinage du bois tendre. Le HS se distingue par une plus haute tenue de coupe et une meilleure qualité d'usinage par rapport au HL.

ST : Acier avec alliage à haute teneur en cobalt (stellite)

Acier obtenu par fusion et ayant comme matières principales le cobalt, le chrome et le tungstène. Le stellite n'a qu'une faible teneur en fer. Le ST est essentiellement utilisé pour l'usinage du bois massif, plus particulièrement le bois de chêne et lorsque les exigences sont élevées en ce qui concerne la qualité de surface.

HW : Métal dur

Les carbures de tungstène sont alliés avec des métaux tendres, par exemple du cobalt et du nickel, en tant que liant lors de frittage (procédé de la métallurgie des poudres). Le HW se distingue par une haute tenue de coupe et convient essentiellement pour l'usinage des bois durs et des bois exotiques à teneur minérale. Sa dureté permet d'utiliser le HW également pour l'usinage de panneaux agglomérés et de panneaux en MDF.

DP : Diamant polycristallin

Il est constitué d'une multitude de grains de diamant synthétique fixés sur un support de carbure de tungstène. Ainsi, le DP est la matière connue la plus dure. Le diamant polycristallin est utilisé pour l'usinage de matières abrasives, par exemple les panneaux agglomérés ou en MDF.

GÉOMÉTRIE DE LA DENT

La géométrie de la dent de l'outil influe sur le travail à effectuer, le matériau à usiner et la qualité de la coupe.

Il faut se rapporter à la figure 3.3.2 pour voir les caractéristiques de la géométrie de la dent et, dans certains cas, l'influence de certains angles constituant les angles de coupe.

A : Angle de dépouille

L'angle de dépouille, ou angle de détalonnage, évite le talonnage du dos de l'arête tranchante occasionnant des brûlures sur la matière. Si l'angle de dépouille était de 0° , la coupe du bois ne serait pas possible. Le dos du tranchant flotterait sur la surface à machiner. L'angle de dépouille dans l'usinage du bois se situe entre 12° et 20° ; en règle générale, on choisit 15° .

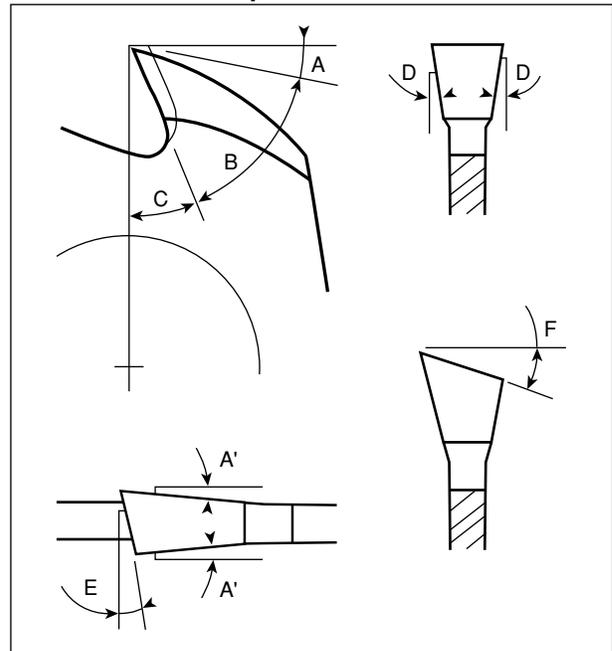
A' : Angle de dépouille latérale

Cet angle permet d'éviter les brûlures de flanc (rainures)

B : Angle de bec

L'angle de bec, ou angle tranchant, assure la résistance de l'arête tranchante aux efforts de coupe, de chocs et à l'usure. Plus l'angle de bec est grand, plus le couteau résiste à l'usure. C'est pourquoi on peut usiner des matières plus dures avec des angles de bec plus grands. Il faut cependant tenir compte du fait que le déploiement d'énergie pour l'enlèvement des copeaux devient toujours plus grand. La règle suivante est à retenir : plus la matière est dure, plus l'angle de bec sera grand.

Figure 3.3.2 Geometrie de la dent et angles de coupe



C : Angle d'attaque

L'angle d'attaque conditionne la pénétration de l'arête tranchante dans le matériau. La grandeur de l'angle d'attaque pour l'usinage du bois se situe entre 5 et 30°.

D : Angle de dépouille radiale

L'angle de dépouille radiale évite les brûlures de flanc ou les rainures.

E : Angle de biais

L'angle de biais favorise la pénétration progressive de l'arête tranchante.

F : Angle de chanfrein

L'angle de chanfrein assure une coupe progressive dans l'usinage.

La règle fondamentale dans la géométrie de la dent est la suivante :

$$A + B + C = 90^\circ$$

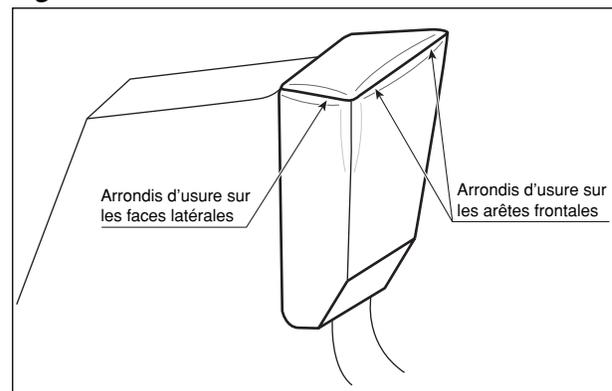
USURE DES ARÊTES TRANCHANTES

L'usure la plus courante d'un outil de coupe est généralement l'émoissage de la partie tranchante de l'outil (figure 3.3.3). C'est l'angle de bec qui fait en sorte que l'outil s'émoissera plus ou moins vite. Avec un angle de bec petit, l'effet de coupe est bon, mais les risques d'émoissage et de rupture sont plus grands.

En plus de l'angle de bec, l'usure d'une arête tranchante est fonction :

- de l'épaisseur du copeau tranché;
- de la dureté et de l'abrasivité du matériau usiné;
- des vibrations dues à la coupe du bois;
- de la nature de l'arête tranchante

Figure 3.3.3 Usure des arêtes tranchantes



3.4 LOIS D'USINAGE POUR UN MOUVEMENT DE COUPE CIRCULAIRE (COUPEAU DE TOUPIE)

IDENTIFICATION DU SENS DE ROTATION

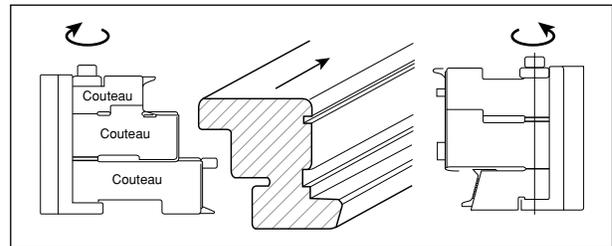
Certains outils de coupe sont fabriqués pour être utilisés dans un sens de rotation déterminé. Le sens de rotation peut être vers la droite (dans le sens des aiguilles d'une montre, au sens horaire) ou vers la gauche (dans le sens contraire de rotation des aiguilles d'une montre, au sens anti-horaire)

Le sens de rotation de l'outil est souvent indiqué sur l'outil par une flèche, avec une indication spécifiant de quel côté on doit placer l'outil pour lire le sens de la flèche.

POSITION DE L'OUTIL

La position de la broche d'usinage ou de l'outil est toujours désignée par rapport au côté d'insertion de la pièce à usiner (figure 3.4.1).

Figure 3.4.1 Position de l'outil



Avant d'utiliser une machine-outil, vérifier que cette dernière tourne dans le sens indiqué sur l'outil de coupe.

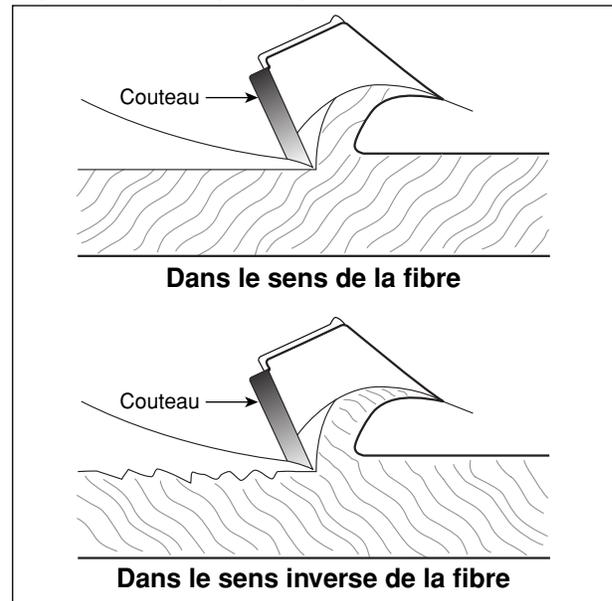
SENS D'USINAGE (DIRECTION DE COUPE)

L'usinage peut se faire dans le sens de la fibre ou dans le sens inverse, qu'on appelle sens longitudinal, en travers, qui est le sens transversal, ou en bout.

Coupe dans le sens longitudinal

La coupe longitudinale dans le sens de la fibre donne une surface propre et lisse, avec une force de coupe et d'avancement minimale (figure 3.4.2). La coupe longitudinale dans le sens inverse de la fibre donne plutôt une surface impropre et rugueuse en raison de l'action du fendage du bois avant la coupe de la fibre par le couteau (figure 3.4.2). De plus, il y a un risque élevé de rupture.

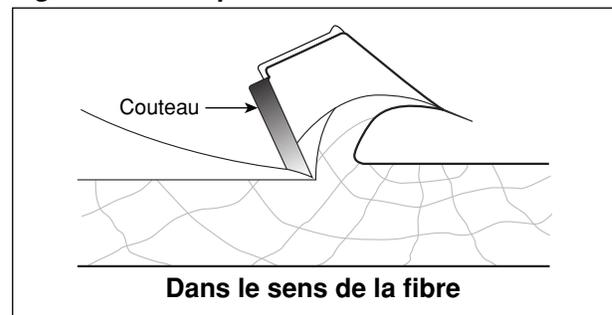
Figure 3.4.2 Coupe longitudinale



Coupe transversale

La coupe transversale donne une surface légèrement rugueuse mais propre. On la considère comme un usinage relativement bon (figure 3.4.3).

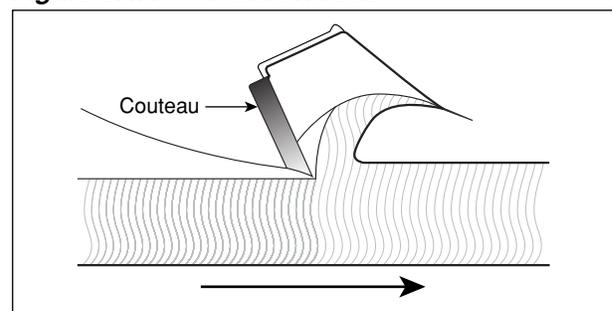
Figure 3.4.3 Coupe transversale



Coupe en bout

La coupe en bout donne une surface légèrement rugueuse en raison de l'arrachement des fibres (figure 3.4.4). La séparation verticale des fibres demande une force de coupe et d'avancement supérieure puisque le bois est beaucoup plus dur à cet endroit. Une avance trop lente pourrait occasionner des brûlures très difficiles à éliminer. L'utilisation d'un pare-éclat est nécessaire lorsqu'on travaille en bois de bout.

Figure 3.4.4 Couteau en bout



MÉTHODES D'USINAGE

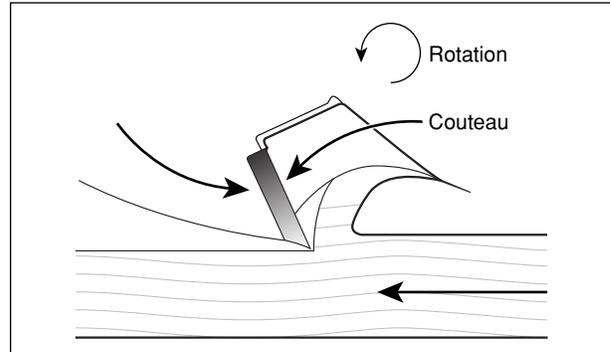
Il y a deux façons d'usiner le bois : soit en opposition, soit en avalant.

Usinage en opposition

Le mouvement de coupe de l'outil lors de l'usinage est opposé au mouvement d'avancement de la pièce. Le couteau de l'outil pénètre toujours dans la pièce à usiner en raclant et en pressant (figure 3.4.5). Lors du déroulement de la coupe, il se crée un copeau allongé d'une épaisseur croissante. Des forces défavorables font que la pièce usinée a tendance à se soulever et les fibres du bois peuvent, par le

« pré-fendage », s'arracher ou se déchirer, ce qui engendre une moins belle qualité de surface. En profitant de l'effet « pré-fendage », on diminue les efforts de coupe et d'avancement, on obtient une augmentation de la durée de coupe ainsi qu'une diminution de l'usure des couteaux. Pour des questions de sécurité, les outils à avancement manuel doivent être utilisés seulement pour l'usinage en opposition.

Figure 3.4.5 Usinage en opposition

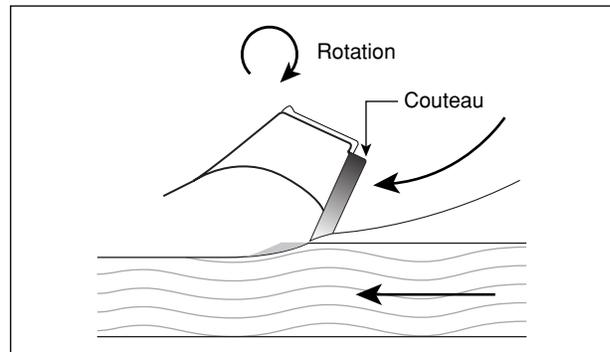


Usinage en avalant

Le mouvement de coupe de l'outil lors du fraisage concorde avec le mouvement d'avancement de la pièce à usiner. Le couteau de l'outil pénètre toujours en coupant dans la pièce à usiner (figure 3.4.6). Lors du déroulement de la coupe, des copeaux courts et compacts se forment, alors que leur épaisseur diminue en fin de course. Les forces de coupe pressent toujours la pièce usinée sur son support, ce qui

supprime pratiquement tout effet de « pré-fendage ». Même lorsque le sens des fibres est défavorable, on obtient une qualité de surface relativement bonne. Toutefois, à cause de l'effet de « pré-fendage » minime, les couteaux sont soumis à de plus grandes sollicitations et s'usent plus rapidement, surtout en ce qui concerne les outils de tungstène. Le diamant polycristallin est à éviter, car il résiste moins aux chocs plus intenses lors du travail en avalant. Pour des raisons de sécurité, le travail en avalant doit être utilisé seulement avec un moyen d'avancement mécanique (entraîneur).

Figure 3.4.6 Usinage en avalant



VITESSE D'USINAGE

La qualité de la coupe et également la sécurité dépendent de plusieurs facteurs, tous dépendants les uns des autres :

- le nombre de dents de l'outil;
- le diamètre du cylindre de coupe de l'outil;
- la vitesse de rotation de l'outil (tr/min);
- la profondeur de passe dans la pièce;
- la vitesse d'amenage de la pièce;
- l'épaisseur du copeau;
- les ondes d'usinage.

Lors de la réalisation d'un usinage, l'ébéniste doit choisir l'outil en fonction de ses besoins et de ses disponibilités.

Ensuite, l'ébéniste peut choisir la vitesse de rotation de l'outil en fonction de son diamètre et de la machine (la plupart des outils de coupe possèdent une vitesse maximale de rotation).

Vitesse de coupe

Grâce à ces données, l'ébéniste est en mesure de calculer la vitesse de coupe de l'outil et de trouver la vitesse la plus appropriée en fonction du type d'outil et du matériau à usiner.

La vitesse de coupe (V), parfois appelée vitesse linéaire, désigne la distance parcourue par une dent en une seconde. Elle est calculée en mètre par seconde à l'aide de la formule suivante :

$$V = \frac{\pi \times D \times N}{1\,000 \times 60}$$

Où :

$$\pi = 3,1416$$

D = diamètre du cylindre de coupe de l'outil (mm)

N = vitesse de rotation (tr/min)

Exemple : – diamètre du cylindre de coupe de l'outil = 150 mm
 – vitesse de rotation = 6 000 tr/min

$$\begin{aligned} V &= \frac{3,1416 \times 150 \times 6\,000}{1\,000 \times 60} \\ &= 47,12 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Valeurs indicatives des vitesses de coupe selon les matériaux à usiner

En pratique, l'expérience démontre que les vitesses de coupe de certains matériaux en fonction des outils de coupe utilisés se situent généralement selon les données du tableau de la figure 3.4.7 :

Figure 3.4.7 Vitesses de coupe selon les matériaux à usiner

Matériaux	Fraises HT/HS V (m/s)	Fraises HW/DP V (m/s)	Scies HW V (m/s)
Bois tendre	50 à 80	60 à 90	70 à 100
Bois dur	40 à 70	50 à 90	70 à 90
Panneaux d'agglomérés	—	60 à 90	60 à 90
Panneaux lattés et croisés	—	60 à 90	60 à 90
Panneaux en fibre dure	—	40 à 70	60 à 90
Panneaux stratifiés et mélaminés	—	40 à 70	60 à 120
Aluminium	—	30 à 50	40 à 70



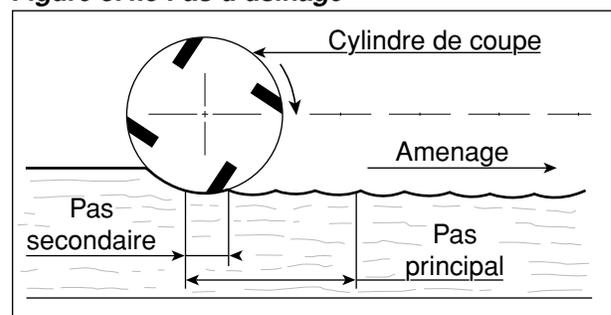
La vitesse de coupe des outils ne devrait pas être inférieure à 40 m/s lors d'un avancement manuel. En dessous de cette valeur, le danger de rejet augmente.

Vitesse d'amenage

La vitesse d'amenage est déterminée en fonction de la valeur des ondes d'usinage secondaires que l'on veut obtenir. Il existe deux types d'ondes d'usinage ou pas d'usinage (figure 3.4.8) :

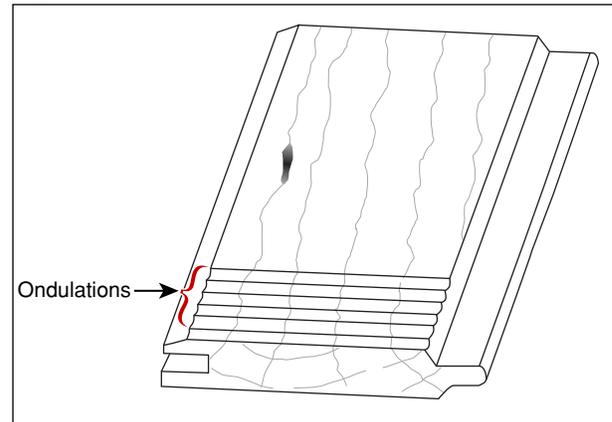
- l'onde principale, qui représente l'ondulation produite pendant un tour d'outil;
- l'onde secondaire, qui est la surface usinée par une arête tranchante.

Figure 3.4.8 Pas d'usinage



Lorsque le pas d'usinage est important, la surface usinée présente une suite de grandes ondulations qui sont très longues à éliminer au sablage (figure 3.4.9). Lorsque celui-ci est trop faible, l'arête gratte le bois au lieu de le trancher, ce qui peut entraîner une usure prématurée du tranchant. Donc, le pas d'usinage est essentiellement conditionné par la vitesse d'amenage et inversement.

Figure 3.4.9 Ondulations sur la surface



Le tableau de la figure 3.4.10 montre la qualité de surface d'une pièce selon la dimension du pas secondaire.

Figure 3.4.10 Détermination de la qualité de surface

État de surface	Pas secondaire (mm)
Très bon	0,25 à 0,4
Bon	0,4 à 0,6
Moyen	0,6 à 1,0
Ébauche	1,0 à 1,5

Pour calculer la vitesse d'amenage de la pièce en fonction d'un pas secondaire choisi, on peut utiliser cette formule :

$$A = \frac{N \times Z \times O}{1000}$$

Où :

A = vitesse d'amenage (m/min)

N = vitesse de rotation (tr/min)

Z = nombre d'arêtes tranchantes

O = longueur de l'onde d'usinage secondaire (mm)

Exemple : – vitesse de rotation = 5 000 tr/min
– nombre de dents = 4
– longueur de l'onde d'usinage choisie = 1 mm

$$\begin{aligned} A &= \frac{5000 \times 4 \times 1}{1000} \\ &= 20 \text{ m/min} \end{aligned}$$

À l'inverse, si l'ébéniste utilise un entraînement automatique avec une vitesse d'amenage connue, il peut calculer la longueur de l'onde d'usinage secondaire (O) qu'il obtiendra :

$$O = \frac{A \times 1\,000}{N \times Z}$$

Exemple avec les mêmes données qu'à l'exemple précédent :

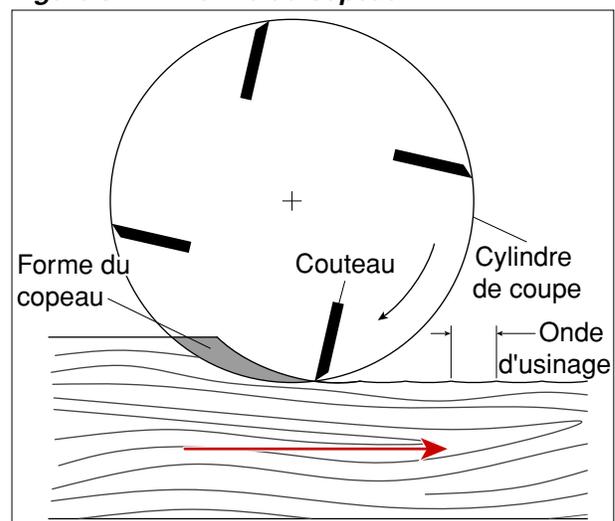
$$\begin{aligned} V &= \frac{40 \times 1\,000}{4 \times 5\,000} \\ &= 1 \text{ mm} \end{aligned}$$

ÉPAISSEUR MOYENNE DU COPEAU

Le copeau est une partie de bois de forme curviligne (figure 3.4.11) tranchée par un outil mécanique animé d'un mouvement circulaire continu.

L'épaisseur du copeau agit sur la qualité de surface de la pièce ainsi que sur la durée de vie des arêtes tranchantes, et peut même influencer les systèmes d'aspiration ajoutés sur les machines.

Figure 3.4.11 Forme du copeau



En pratique, l'épaisseur moyenne du copeau doit être comprise :

- entre 0,16 et 0,40 mm pour un usinage d'ébauche;
- entre 0,04 et 0,16 mm pour un usinage soigné;
- entre 0,02 et 0,04 mm pour un usinage très soigné.

Pour calculer l'épaisseur moyenne (E_m) du copeau, on peut utiliser cette formule :

$$\begin{aligned} E_m &= \frac{40 \times 1\,000}{4 \times 5\,000} \\ &= 1 \text{ mm} \end{aligned}$$

Où :

A = vitesse d'amenage (mm/min)

N = vitesse de rotation (tr/min)

Z = nombre de dents

H = profondeur de passe (mm)

D = diamètre du cylindre de coupe de l'outil (mm)

- Exemple :
- vitesse d'amenage = 20 000 mm/min
 - vitesse de rotation = 5 000 tr/min
 - nombre de dents = 4
 - profondeur de passe = 10 mm
 - diamètre du cylindre de coupe = 150 mm

$$E_m = \frac{A}{N \times Z} \sqrt{\frac{H}{D}}$$

Donc, l'usinage avec ces données sera un travail d'ébauche.

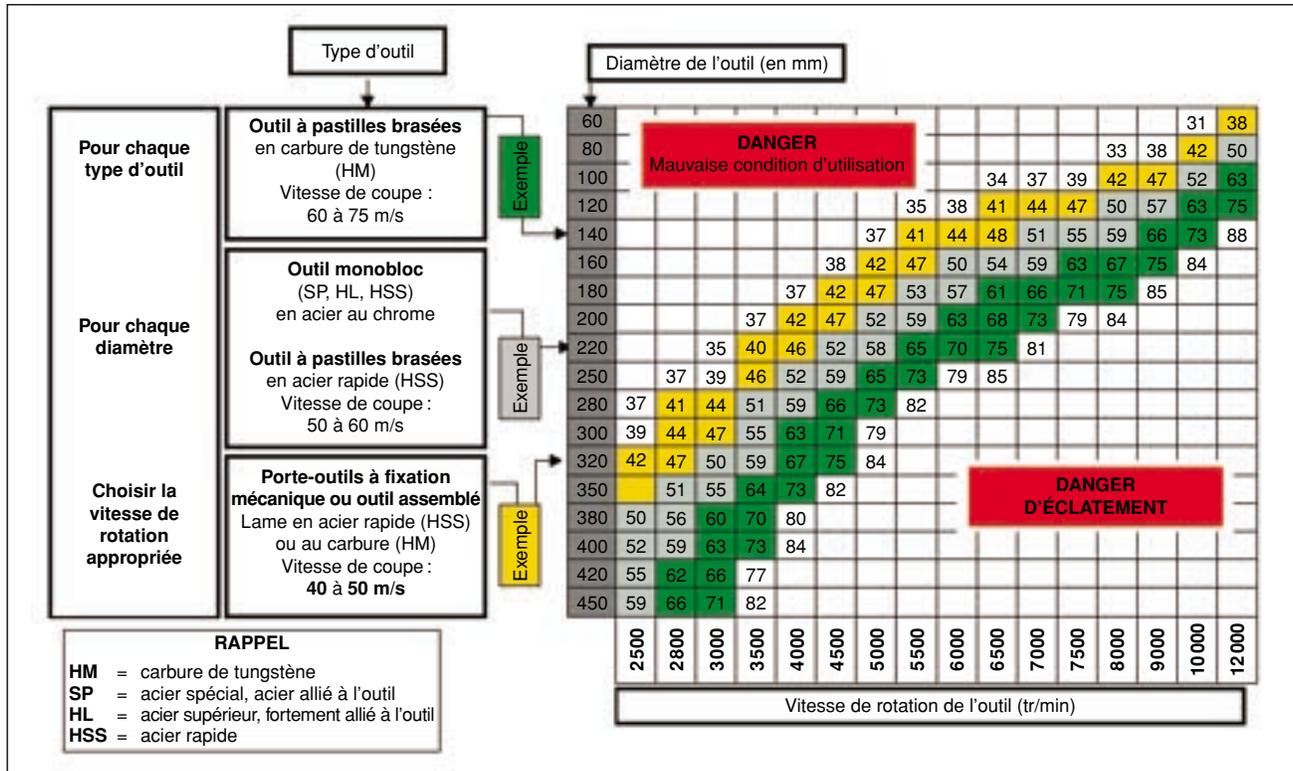
L'ébéniste peut utiliser ces formules en fonction de ses besoins et ainsi optimiser son usinage, tout en conservant une bonne qualité de surface et en préservant le tranchant des outils.

Malgré tous ces calculs, plusieurs facteurs peuvent modifier le résultat, par exemple l'état d'usure des arêtes tranchantes, la valeur de l'angle d'attaque, la dureté et le taux d'humidité du bois, le décentrage de l'outil, ainsi que l'orientation des fibres du bois.

Abaques de vitesses de coupes

Certains fabricants de machines fournissent parfois, à l'intérieur des guides, des abaques de vitesses de coupes spécifiques (figure 3.4.12). Ces abaques se présentent sous forme de tableau permettant de déterminer la meilleure fréquence de rotation de l'arbre porte-outil à utiliser en fonction de différents critères. Outre le fait de permettre l'utilisation sécuritaire de l'outil, certains abaques plus complexes permettent également d'obtenir les mêmes résultats qu'avec les formules vues précédemment.

Figure 3.4.12 Exemple d'abaque de vitesse



ENTRETIEN DE L'OUTIL DE COUPE

L'outil de coupe procure un usinage de qualité lorsque :

- les arêtes possèdent un bon pouvoir tranchant;
- l'équilibre dynamique est assuré (sans vibration);
- les arêtes tranchantes sont correctement disposées sur la même ligne de coupe;
- les arêtes tranchantes sont propres.

Lorsque les arêtes tranchantes commencent à être émoussées, on doit procéder au changement de l'outil afin de permettre son affûtage. Il est donc conseillé, dans la mesure du possible et suivant l'utilisation plus ou moins importante, d'avoir dans l'inventaire au moins deux outils de chaque type. Ainsi, lorsque l'outil est envoyé à l'affûtage, l'ébéniste peut continuer son travail en utilisant l'autre outil disponible.

Les entreprises spécialisées dans l'affûtage des outils de coupe possèdent des machines permettant d'obtenir une grande précision. En plus de réaliser un affûtage précis, ces machines

permettent un bon équilibrage de l'outil ainsi qu'un positionnement parfait des arêtes par rapport à l'axe de rotation. Pour ces raisons, il est fortement déconseillé de procéder manuellement à l'affûtage d'outils de coupe.

Les outils, doivent être exempts de résidus de bois ou de résine, pour éviter un mauvais refroidissement et donc des brûlures sur le bois. Plusieurs produits sont disponibles afin de nettoyer les outils de coupe, mais parfois de l'alcool méthylique peut suffire afin de dissoudre les résidus et les éliminer.

CONFORT D'UTILISATION

Des temps de changement d'outil réduits et un remplacement aisé des éléments de coupe comptent parmi les points les plus importants dans l'utilisation de l'outillage.

Les outils modernes s'efforcent de respecter :

- la précision, qui doit rester constante dans le profil et dans le diamètre durant toute la vie de l'outil;
- la rapidité, qui concerne le changement des outils et des éléments de coupe (couteaux, éléments de profil, etc.). Les corps des porte-outils sont de plus en plus souvent fabriqués d'un alliage léger, tandis que les éléments à actionner sont peu nombreux et simples à utiliser, tout en demeurant grandement sécuritaires;
- la propreté des machines et des éléments fonctionnels des outils grâce à des systèmes de serrage intégrés et des vis de serrage placées en dehors de la zone d'évacuation des copeaux.

Aujourd'hui, les outils disposent de systèmes de changement, de réglage et d'affûtage adaptés à la fabrication moderne :

- système à couteaux réversibles, réaffûttables et à diamètre constant (l'outil ou la machine ne nécessite pas de nouveau réglage et l'utilisation des couteaux est optimale);
- dispositif de serrage du couteau au moyen d'une seule vis de serrage;
- couteau serré par la force centrifuge de l'outil, ce qui augmente la sécurité;
- corps des porte-outils en alliage léger, ce qui diminue le poids de l'outil.

SÉCURITÉ

Les usinages réalisés à partir des différentes machines-outils citées dans ce module représentent un danger potentiel non négligeable à prendre en considération. En effet, les grandes vitesses de rotation des outils ainsi que l'affûtage important des couteaux peuvent présenter des risques majeurs comme ceux-ci :

- éclatement des fibres du bois;
- rejet des pièces usinées;
- projection de copeaux;
- contact des doigts avec les outils de coupe;
- etc.

L'ébéniste doit toujours garder en tête le potentiel de danger, et ce, malgré le fait que le travail d'usinage puisse devenir routinier et commun.



BIBLIOGRAPHIE

MODULE 3 USINAGE DES PIÈCES

DIMAR CANADA LTD. Nova Woodworking Industrial solutions, 264 p.

GENERAL MFG (Co) LTD. Catalogue de machinerie à bois, Drummondville, 2007.

HITACHI. Description fonctionnelle de la toupie M12V2, p. 27-35.

HITACHI. Description fonctionnelle de la toupie M12VC, p. 25-31.

KING Canada. Catalogue des produits, 2006-2007, 2008-2009.

