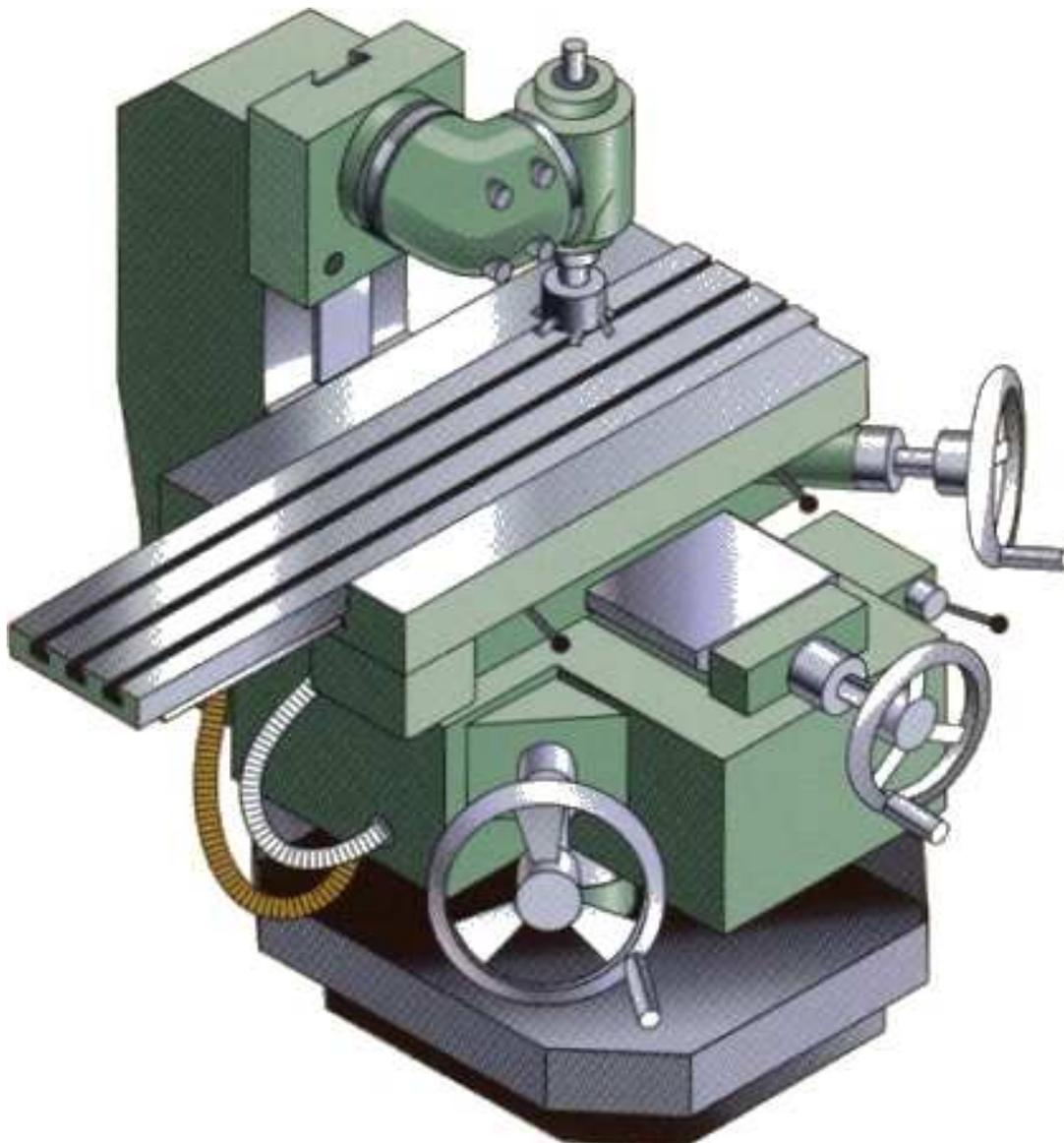


FASCICULE DE FRAISAGE CONVENTIONNEL



MISE EN ŒUVRE D'UNE FRAISEUSE CONVENTIONNELLE

1. MONTAGE DE L'OUTIL

1.1. PRESENTATION

La liaison entre le porte-outil et la tête universelle de la machine est réalisée à partir d'un emmanchement conique. Ce cône standard américain (SA), pour la machine, est situé dans le nez de broche.

Le maintien se fait par serrage mécanique grâce à un tirant de serrage prenant appui sur la face supérieure de la tête universelle, et traversant celle-ci.

1.2. REGLES DE MONTAGE

- ① **Sélectionner** la pince adaptée à l'outil mis a votre disposition (le diamètre de l'alésage de la pince doit correspondre à celui du corps de la fraise).
- ② **Monter** l'outil au moyen de la pince sur le porte-outil.
- ③ **Nettoyer** les cône SA afin d'assurer un contact optimal dans la liaison, permettant d'assurer une coaxialité précise entre l'axe de du porte outil et l'axe de la broche.
- ④ **Tenir** l'ensemble porte-outil et outil avec un chiffon (pas de contact direct avec les arêtes coupantes).
- ⑤ **Installer** le porte-outil dans le nez de broche, en vérifiant que les ergots sont bien positionnés dans les rainures, puis visser de 10 tours minium le tirant dans le porte-outil
- ⑥ **Serrer** l'écrou, puis bloquer le contre-écrou

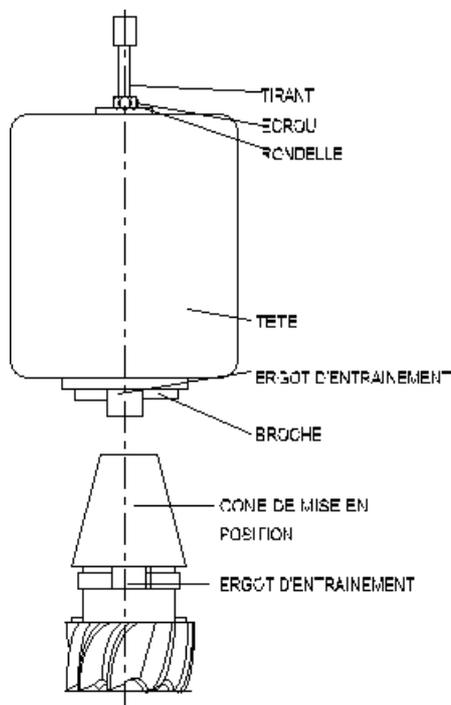


Figure 1 : Montage de la fraise

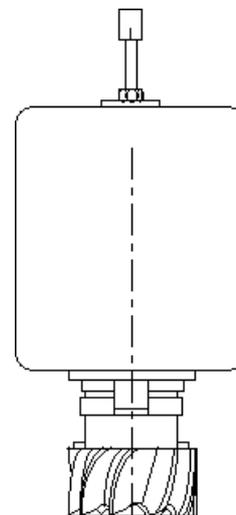


Figure 2 : Ensemble monté

2. MONTAGE DE LA PIÈCE

2.1. PRESENTATION

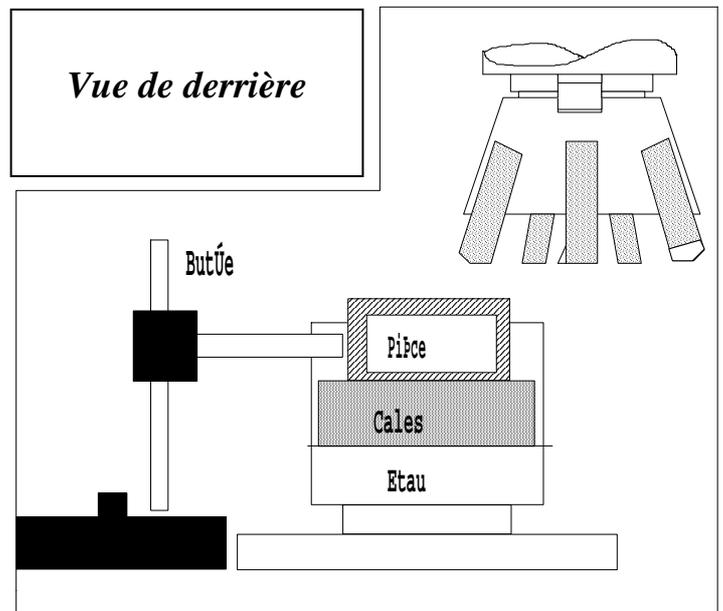
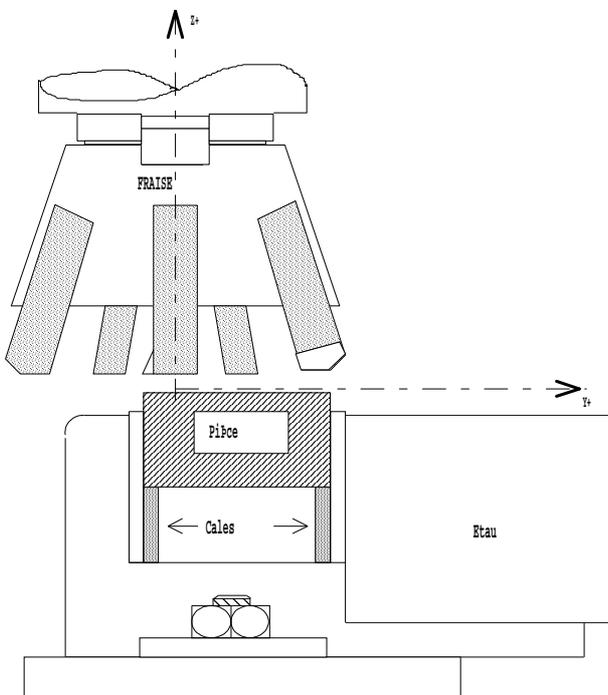
La mise en position rigoureuse de la pièce dans le porte-pièce (ici l'étau) nécessite l'utilisation d'éléments (cales rectifiées, mors fixe de l'étau...) permettant d'assurer des spécifications géométriques précises lors de la réalisation des usinages.

De plus, dans le cas de fabrications sérielles, on utilise des éléments permettant de remettre de façon précise la pièce brute toujours au même endroit (butée de table...)

Le maintien de la pièce, quant à lui, sera assuré par des éléments de serrage (mors mobile de l'étau, brides...)

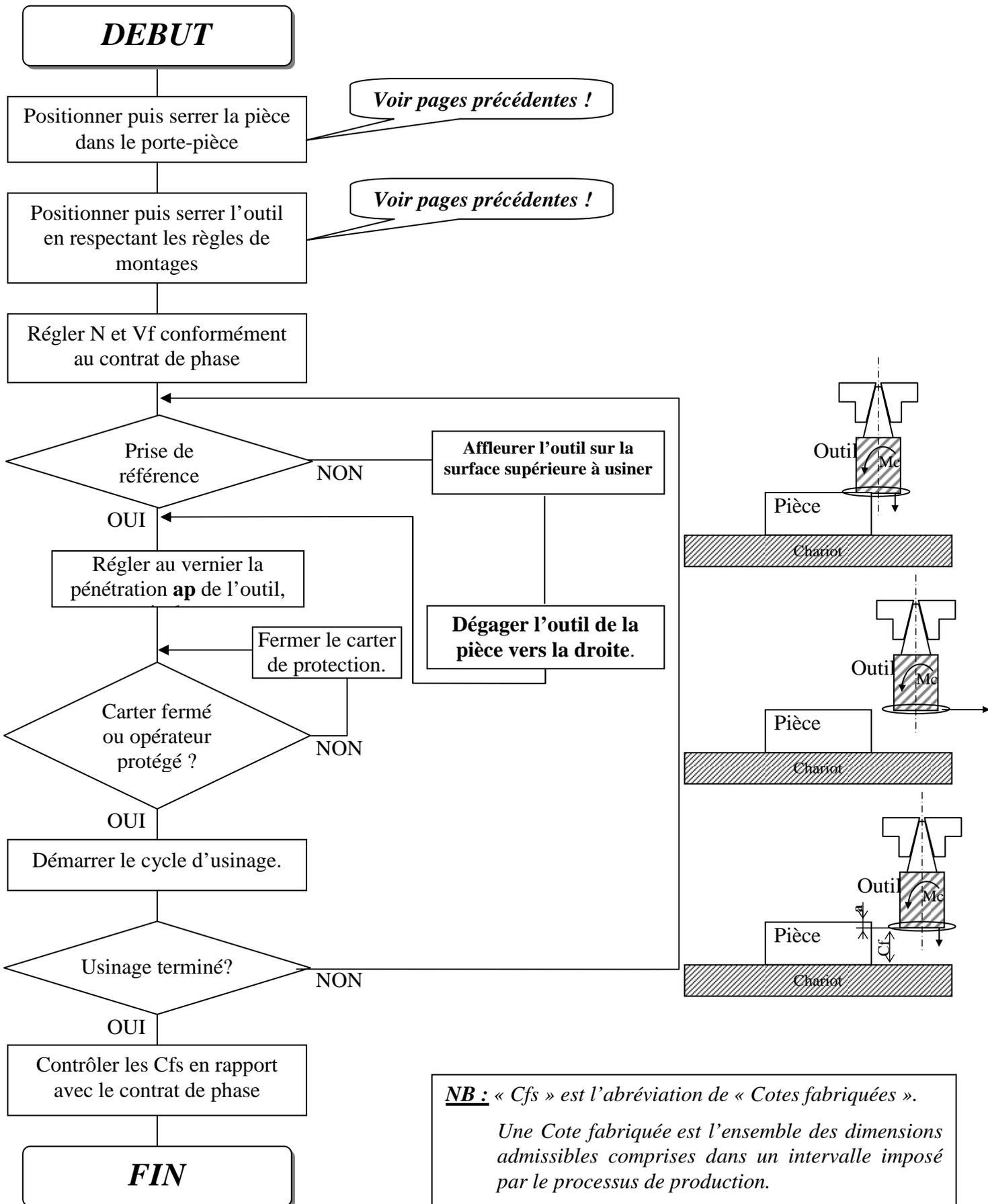
2.2. REGLES DE MONTAGE

- ① **Sélectionner** des cales d'usinages rectifiées ayant même hauteur, et les positionner verticalement sur le fond de l'étau (avec un écartement correspondant approximativement à la largeur de la pièce).
- ② **Placer** la pièce sur les cales d'usinage, et la serrer légèrement.
- ③ **Positionner** la butée de table afin que l'extrémité de la tige vienne en appui contre la pièce.
- ④ **Fixer** la butée de table à l'aide des vis de maintien, sans la bouger.
- ⑤ **Retirer** la pièce, et procéder aux différents réglages de la machine.



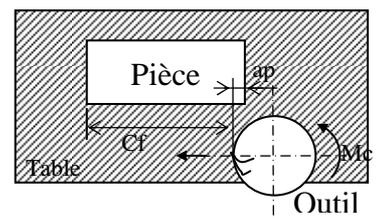
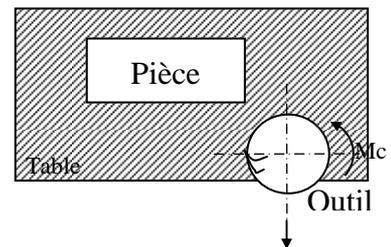
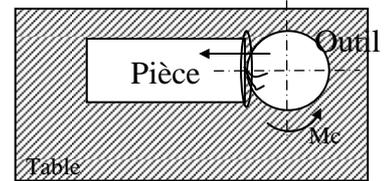
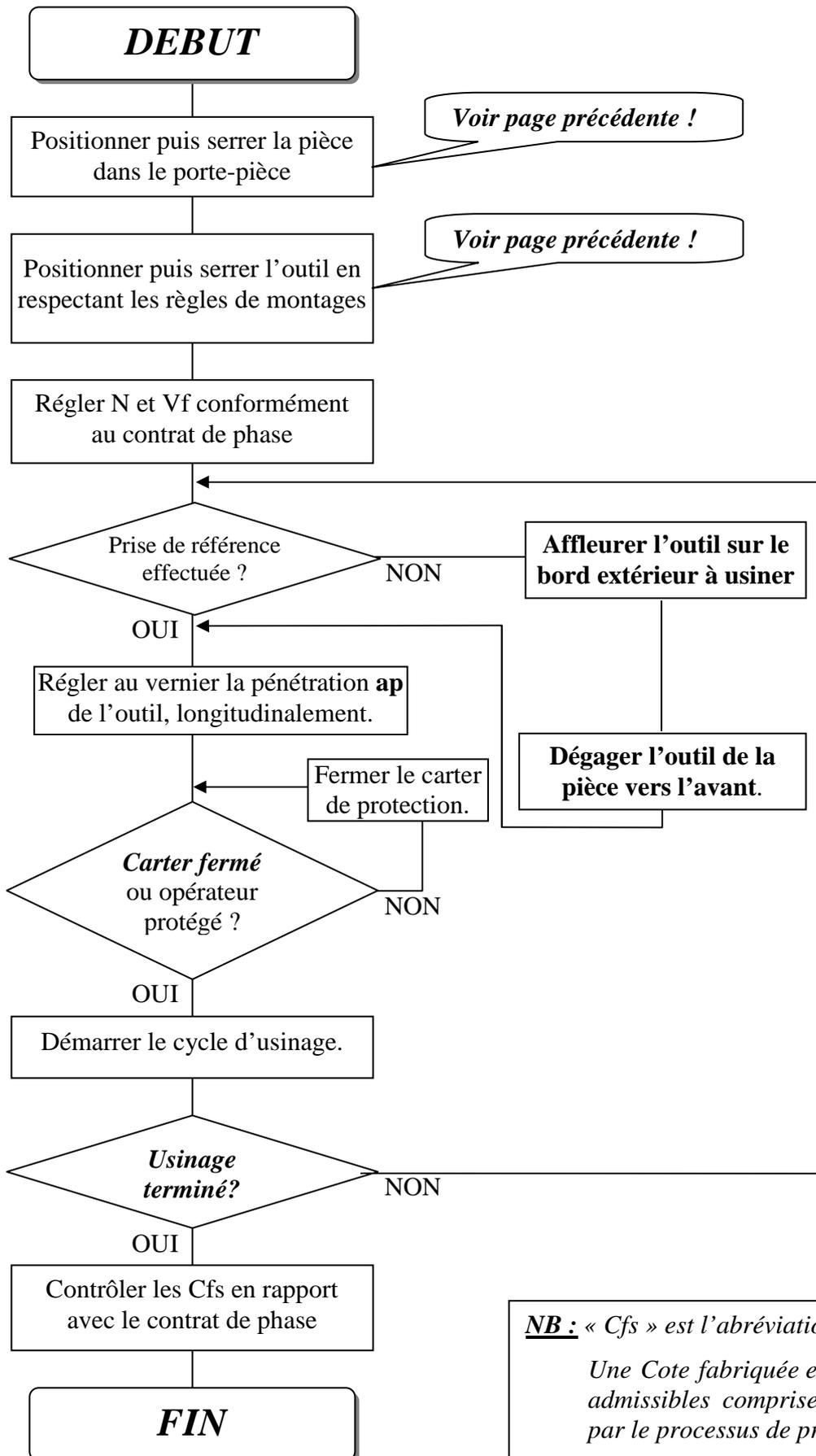
3. PROCEDURES DE FRAISAGE

3.1. PROCEDURE DE FRAISAGE EN BOUT (EN TRAVAIL UNITAIRE)



NB : « Cfs » est l'abréviation de « Cotes fabriquées ».
 Une Cote fabriquée est l'ensemble des dimensions admissibles comprises dans un intervalle imposé par le processus de production.

3.2. FRAISAGE DE PROFIL (EN TRAVAIL UNITAIRE)



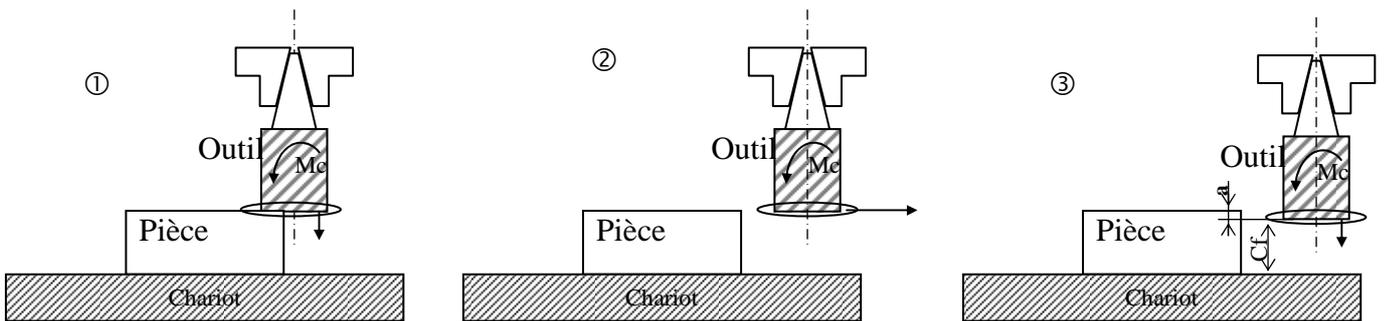
NB : « Cfs » est l'abréviation de « Cotes fabriquées ».
 Une Cote fabriquée est l'ensemble des dimensions admissibles comprises dans un intervalle imposé par le processus de production.

3.3. COMPLEMENT CONCERNANT LE FRAISAGE COMBINE

Afin de réaliser des épaulements, il faut mettre en œuvre à la fois la procédure de fraisage en bout et celle de fraisage de profil, afin de prendre une double référence selon chacun des bords de la pièce à usiner.

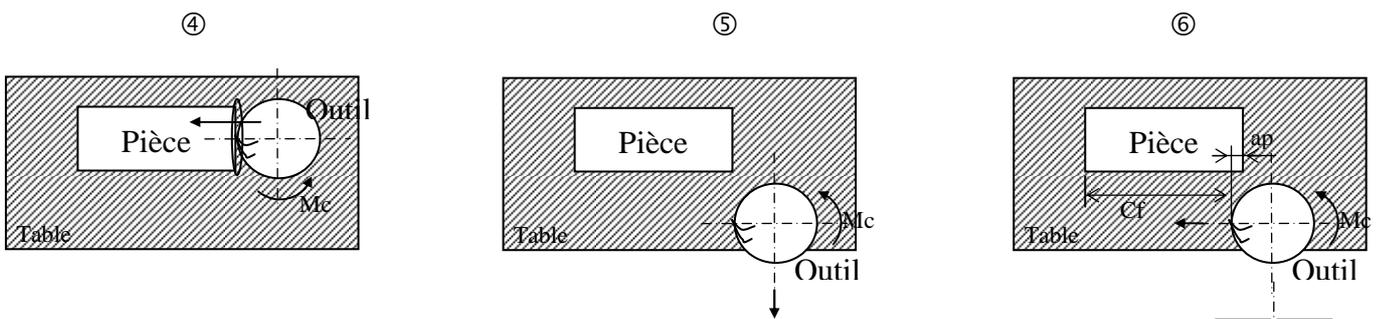
On procède alors ainsi :

- ① **Tangenter** sur le dessus de la pièce.
- ② **Dégager** l'outil longitudinalement.
- ③ **Prendre la passe** permettant d'obtenir la cote fabriquée de hauteur d'épaulement.



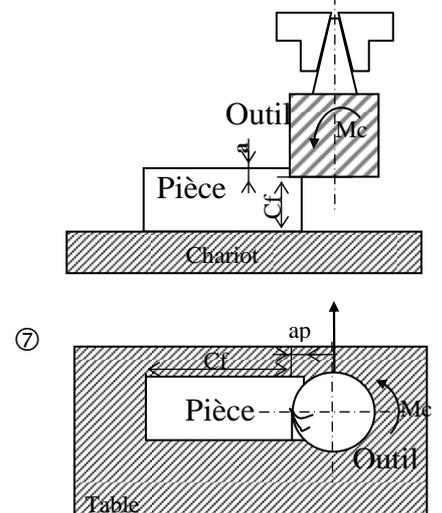
Remarque : il ne faudra plus toucher au chariot vertical pour conserver cette cote !

- ④ **Tangenter** sur la face avant de la pièce, en utilisant le chariot longitudinal.
- ⑤ **Dégager** l'outil selon l'axe transversal.
- ⑥ **Prendre la passe** permettant d'obtenir la cote fabriquée de longueur d'épaulement.



- ⑦ **Engager** le cycle d'usinage suivant le mouvement transversal.

☞ On obtient alors un épaulement, par fraisage combiné



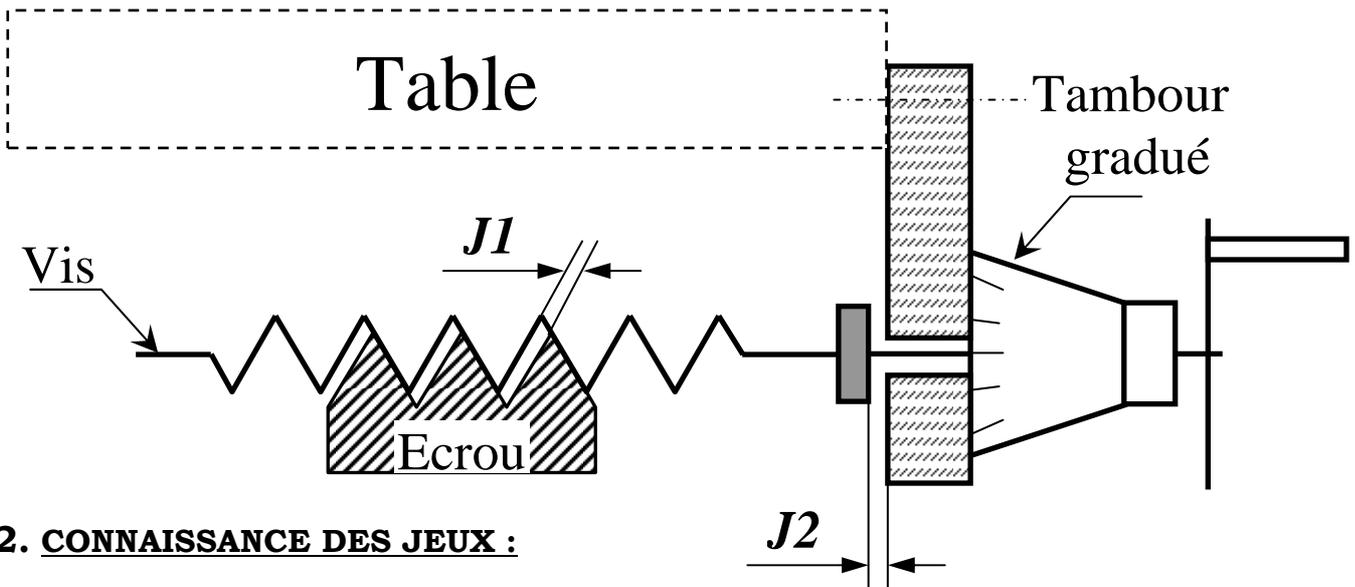
LES JEUX SUR UNE FRAISEUSE CONVENTIONNELLE

1. PRESENTATION DES JEUX

L'existence de mouvements relatifs entre le système vis – écrou, ainsi qu'entre le système « poignée de vernier » - « attelage de la vis », entraîne l'apparition de 2 types de jeux.

Ces jeux $J1$ et $J2$, visibles sur la figure ci-dessous, doivent être neutralisés pour :

- ☞ Assurer la précision des déplacements choisis
- ☞ Eviter un rattrapage de jeux inopportuns lors de l'attaque des dents de la fraise



2. CONNAISSANCE DES JEUX :

Afin d'assurer un déplacement précis des différents chariots, il est nécessaire de connaître les jeux spécifiques selon chaque direction, ainsi que chaque sens, leurs afférant.

Pour cela, la procédure à suivre est la suivante :

- ❶ Identifier la résolution de chaque vernier (selon la méthode du réglet si nécessaire)
- ❷ Utiliser un comparateur pour mesurer le déplacement réel de chaque chariot, suivant chaque sens :
 - ① Solidariser le socle du comparateur sur un élément fixe par rapport au chariot étudié
 - ② Placer la touche du palpeur sur un élément associé au chariot étudié
 - ③ Déplacer le chariot suivant le sens désiré, de 5 mm selon la résolution du vernier
 - ④ Lire la valeur réelle du déplacement sur le cadran du comparateur
 - ⑤ En déduire le jeu fonctionnel $J1$, $J2$ ou encore $J1 + J2$, selon le cas...

3. DETERMINATION DE LA RESOLUTION D'UN VERNIER :

La résolution d'un vernier doit pouvoir se déduire à la simple lecture de ce dernier.

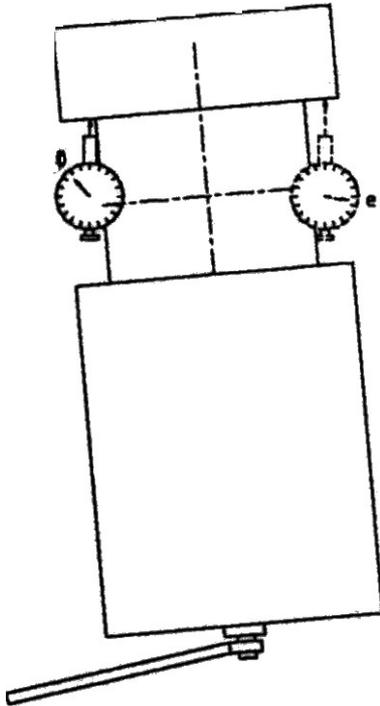
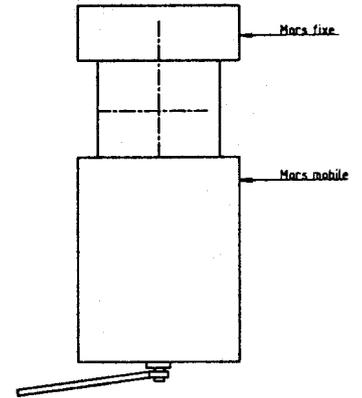
Cependant, lorsque cela n'est pas le cas, il est utile de suivre la procédure décrite ci-dessous :

- ① Amener le vernier du chariot étudié à zéro
- ② Faire une marque à l'aide d'un crayon à papier sur la glissière supportant le chariot
- ③ Reculer le chariot étudié d'une valeur de 50 graduations du vernier
- ④ Mesurer à l'aide d'un réglet le déplacement réel obtenu entre la marque et la position du chariot
- ⑤ En déduire la résolution du vernier, c'est à dire la valeur de déplacement engendrée pour chaque graduation du vernier

LES METHODES DE DEGAUCHISSAGE

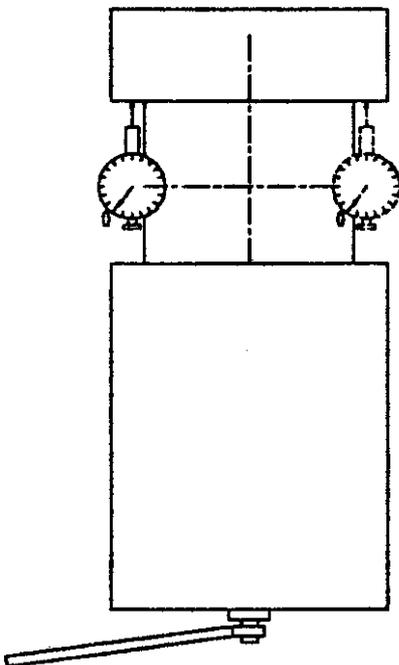
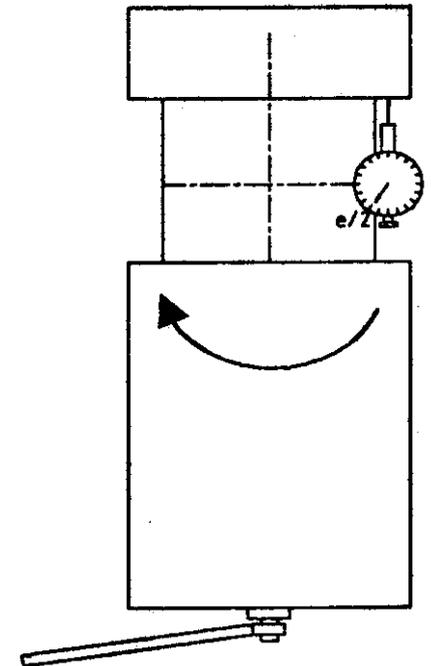
1. DEGAUCHISSAGE DE L'ETAU

Le réglage du mors fixe de l'étau parallèlement à un des axes de la table de la fraiseuse permettra d'usiner des surfaces parallèles ou perpendiculaires entre elles



La procédure à suivre est alors la suivante

- ① Fixer le socle du comparateur à un élément fixe et parallèle à l'axe longitudinal
- ② Placer le comparateur en contact avec une extrémité du mors fixe de l'étau
- ③ Le mettre à zéro
- ④ Déplacer la table pour 'amener le comparateur à l'autre extrémité du mors fixe,
- ⑤ Relever la valeur de l'écart
- ⑥ Desserrer l'étau
- ⑦ Corriger le défaut de la moitié de l'écart, par rotation autour de l'axe de la semelle



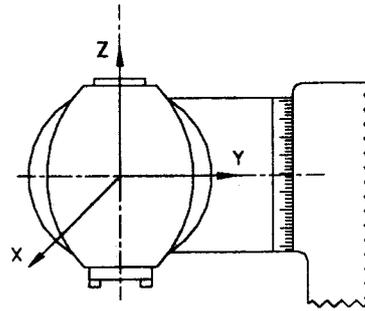
- ⑧ Mettre le comparateur à zéro, et le ramener dans sa position initiale
- ⑨ Serrer les écrous symétriquement
- ⑩ Recontrôler

Remarque : la semelle de l'étau doit être fixée sur la table avant de commencer le réglage

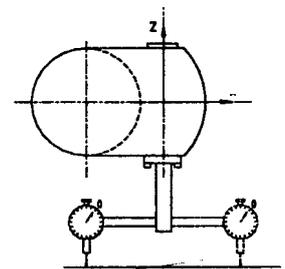
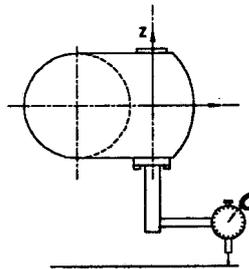
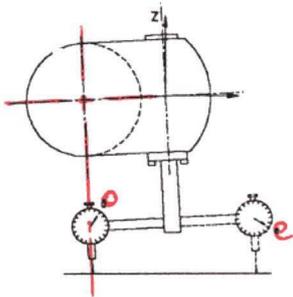
2. DEGAUCHISSAGE DE LA TÊTE

La tête de la fraiseuse possède 2 axes de rotation : l'axe X et l'axe Y.
Le réglage de la perpendicularité de l'axe de la broche par rapport à la table se fait par rotation autour de ces 2 axes.

Remarque : avant tout réglage « fin », il est opportun de régler « à l'œil » la tête, en faisant coïncider sur chaque axe les traits de correspondance du zéro.

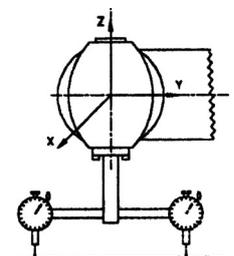
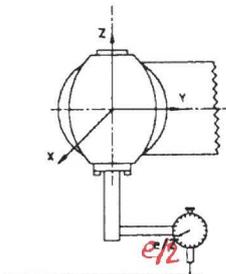
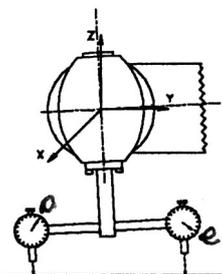


2.1. REGLAGE DE LA TÊTE SUIVANT L'AXE Y



- | | | |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ① Desserrer légèrement la tête ② Positionner le comparateur sous l'axe de rotation et le mettre à zéro ③ Faire pivoter l'axe de broche d'un 1/2 tour ④ Relever la valeur de l'écart | <ul style="list-style-type: none"> ⑤ Corriger de la valeur exacte de l'écart en faisant pivoter la tête autour de son axe par des petits coups de maillets ⑥ Remettre le comparateur à zéro | <ul style="list-style-type: none"> ⑦ Revenir au point de départ ⑧ Vérifier le réglage ⑨ Serrer la tête en croix ⑩ Recontrôler |
|--|---|---|

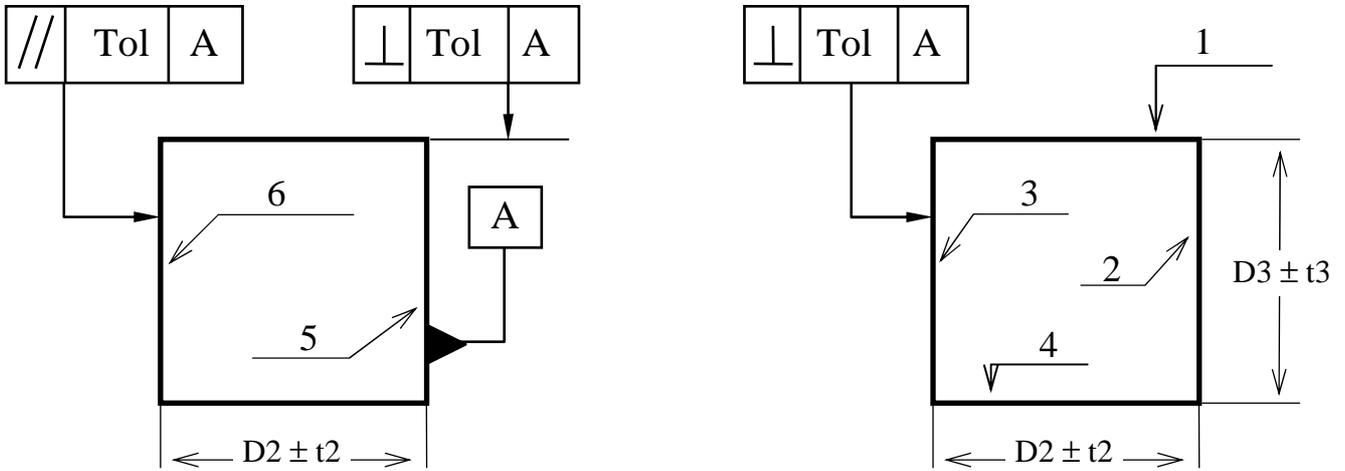
2.2. REGLAGE DE LA TÊTE SUIVANT L'AXE X



- | | | |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ① Desserrer légèrement la tête ② Positionner le comparateur sous l'axe de rotation et le mettre à zéro ③ Faire pivoter l'axe de broche d'un 1/2 tour ④ Relever la valeur de l'écart | <ul style="list-style-type: none"> ⑤ Corriger de la moitié de la valeur de l'écart en faisant pivoter la tête autour de son axe par des petits coups de maillets ⑥ Remettre le comparateur à zéro | <ul style="list-style-type: none"> ⑦ Revenir au point de départ ⑧ Vérifier le réglage ⑨ Serrer la tête en croix ⑩ Recontrôler |
|--|---|---|

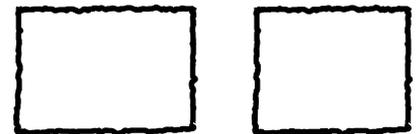
MISE A L'ORTHOGONALITE D'UN CUBE

Objectif : Obtenir un cube « parfait », c'est à dire dont l'état de surface, l'orthogonalité et le parallélisme des côtés, ainsi que les dimensions, restent dans les tolérances requises.



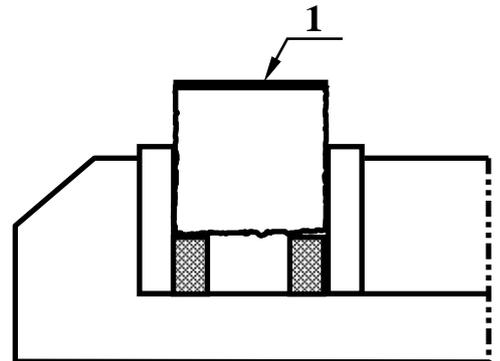
Pièce brute :

- ☞ Mauvais état de surface
- ☞ Surfaces non planes
- ☞ Dimensions non égales
- ☞ Côtés non orthogonaux & non parallèles 2 à 2



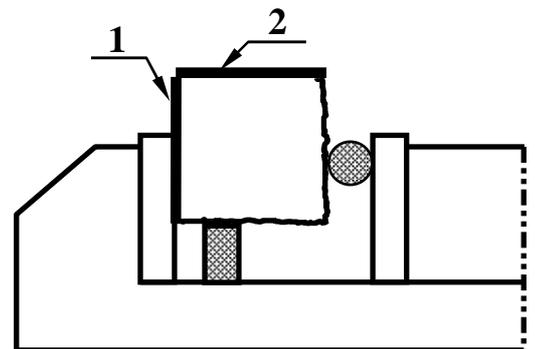
Etape n°1

- ① Serrage sur les chants bruts 2 & 3.
- ② **Usiner la surface n° 1 en fraisage en bout**, en une passe de finition.



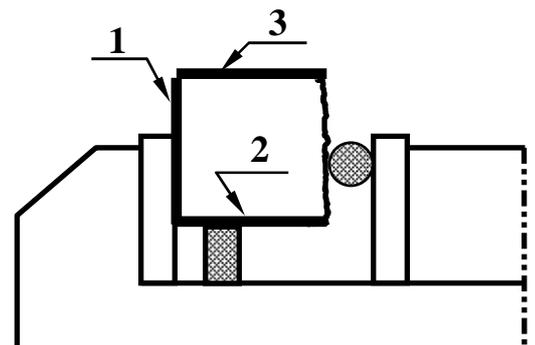
Etape n°2

- ① Placer la surface 1 contre le mors fixe.
- ② Serrer en interposant un rondin.
- ③ **Usiner la surface n° 2 en fraisage en bout**, en une passe de finition.



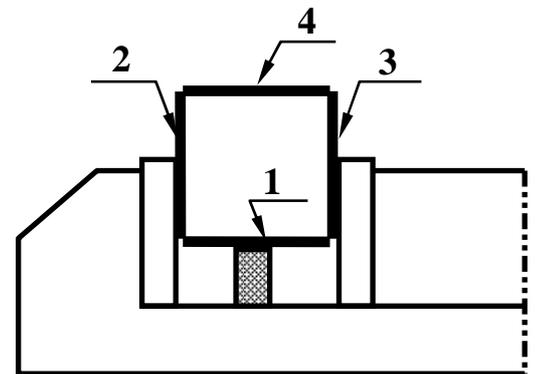
Etape n°3

- ① Plaquer la surface 2 sur la cale rectifiée.
- ② Placer la surface 1 contre le mors fixe.
- ③ Serrer en interposant le rondin
- ④ **Usiner la surface n° 3 en fraisage en bout**, et en réalisant la cote (passes d'ébauche, 1/2 finition et finition).



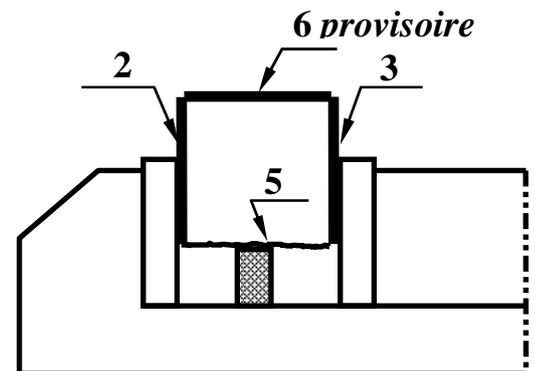
Etape n°4

- ① Plaquer la surface n° 1 sur une cale.
- ② Serrer la pièce sur les chants 2 & 3,
- ③ **Usiner la surface n° 4 en fraisage en bout**, et en réalisant la cote (passes d'ébauche, ½ finition et finition).



Etape n°5

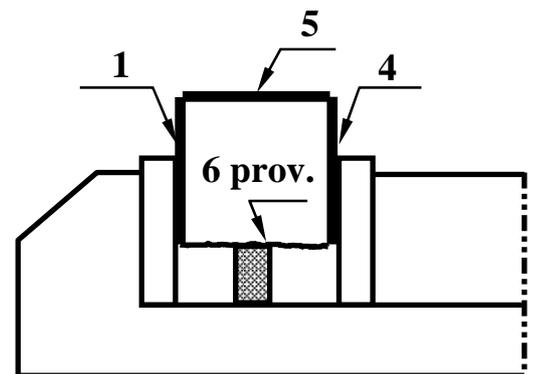
- ① Plaquer la surface n° 5 sur une cale,
- ② Serrer la pièce sur les chants 2 & 3,
- ③ **Usiner la surface n° 6 en fraisage en bout**, en une passe de finition, en considérant cette surface comme *provisoire*



Etape n°6

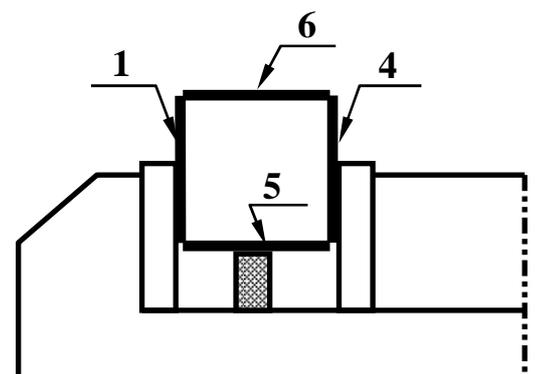
- ① Plaquer la surface n° 6 provisoire sur une cale,
- ② Serrer la pièce sur les chants 1 & 4,
- ③ **Usiner la surface n° 5 en fraisage en bout**, en une passe de finition.

N.B. : Cette étape permet d'assurer l'orthogonalité de la surface 5 avec les surfaces 1 & 4



Etape n°7

- ① Plaquer la surface n° 5 sur une cale.
- ② Serrer la pièce sur les chants 1 & 4,
- ③ **Usiner la surface n° 6 en fraisage en bout**, et en réalisant la cote (passes d'ébauche, ½ finition et finition).



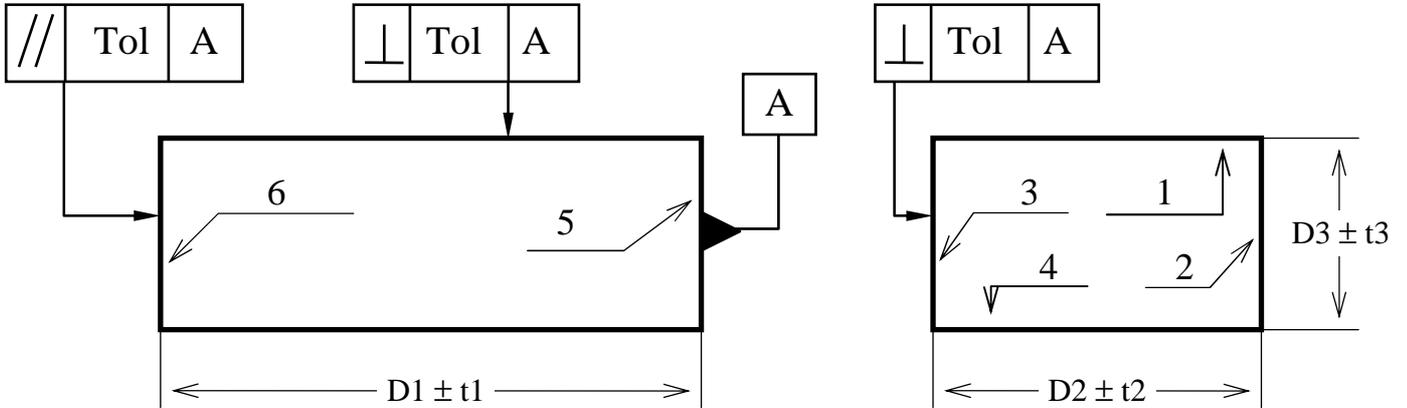
Remarque :

Il est bon de vérifier dans les dernières phases de réalisation, l'orthogonalité de la pièce, en :

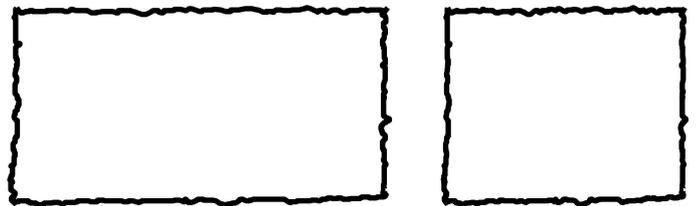
- ☞ vérifiant l'équerrage lors de la mise en position de la pièce dans les mors, à l'aide d'une équerre plate
- ☞ vérifiant l'équerrage après chaque passe, à l'aide d'une équerre à chapeau

MISE A L'ORTHOGONALITE D'UN PRISME

Objectif : *Obtenir un prisme « parfait », c'est à dire dont l'état de surface, l'orthogonalité et le parallélisme des côtés, ainsi que les dimensions, restent dans les tolérances requises.*

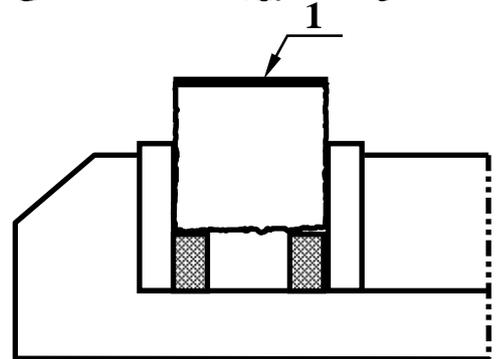


- Pièce brute :**
- ☞ Mauvais état de surface
 - ☞ Surfaces non planes
 - ☞ Dimensions non égales
 - ☞ Côtés non orthogonaux & non parallèles 2 à 2



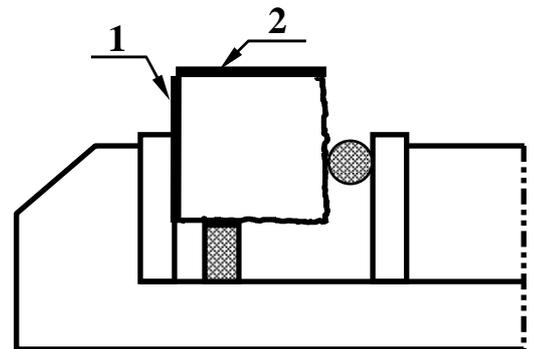
Etape n°1

- ① Serrage sur les chants bruts 2 & 3.
- ② **Usiner la surface n° 1 en fraisage en bout**, en une passe de finition.



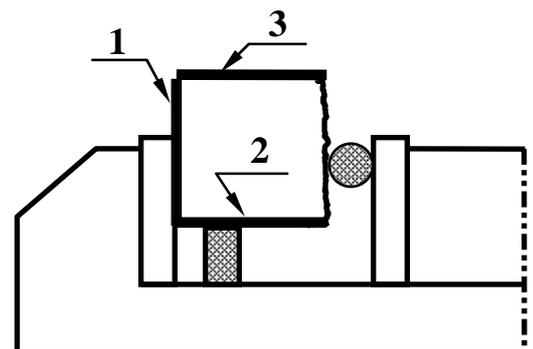
Etape n°2

- ① Placer la surface 1 contre le mors fixe.
- ② Serrer en interposant un rondin.
- ③ **Usiner la surface n° 2 en fraisage en bout**, en une passe de finition.



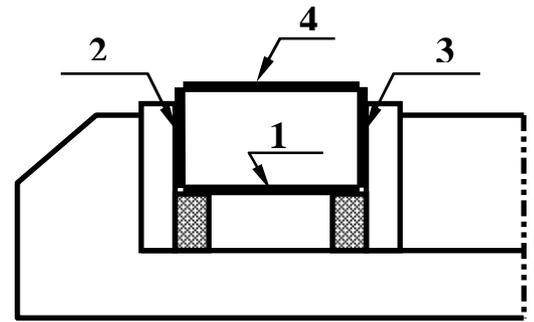
Etape n°3

- ① Plaquer la surface 2 sur la cale rectifiée.
- ② Placer la surface 1 contre le mors fixe.
- ③ Serrer en interposant le rondin
- ④ **Usiner la surface n° 3 en fraisage en bout**, et en réalisant la cote (passes d'ébauche, 1/2 finition et finition).



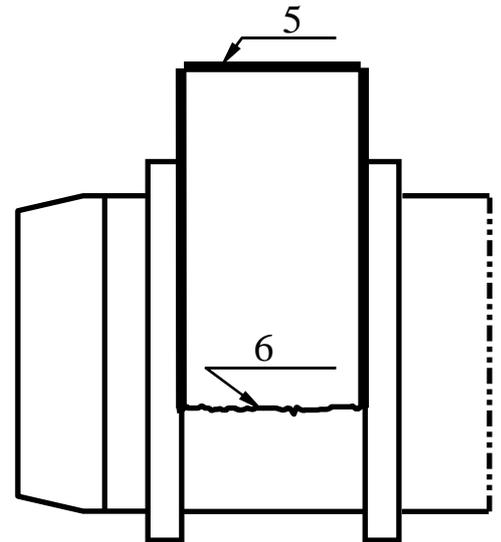
Etape n°4

- ① Plaquer la surface n° 1 sur une cale, *en laissant dépasser la pièce des mors de l'étau d'une longueur suffisante pour la prise de passe, au niveau de la surface 5.*
- ② Serrer la pièce sur les chants 2 & 3,
- ③ **Usiner la surface n° 4 en fraisage en bout**, et en réalisant la cote (passes d'ébauche, ½ finition et finition).



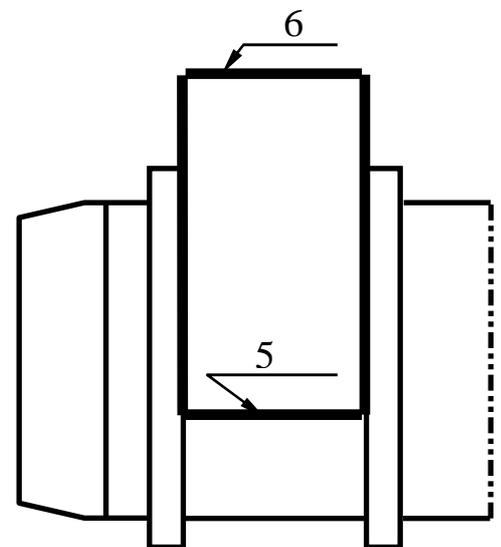
Etape n°5

- ① **Usiner la surface n° 5 en fraisage en roulant**, en une passe de finition.



Etape n°6

- ① Retourner la pièce, en plaquant la surface n° 1 sur une cale, *et en laissant dépasser la pièce des mors de l'étau d'une longueur suffisante pour la prise de passe au niveau de la surface 6.*
- ② Serrer la pièce sur les chants 2 & 3,
- ③ **Usiner la surface n° 6 en fraisage en roulant**, et en réalisant la cote (passes d'ébauche, ½ finition et finition).



Remarque :

Il est bon de vérifier dans les dernières phases de réalisation, l'orthogonalité de la pièce, en :

- ☞ vérifiant l'équerrage lors de la mise en position de la pièce dans les mors, à l'aide d'une équerre plate
- ☞ vérifiant l'équerrage après chaque passe, à l'aide d'une équerre à chapeau

REALISATION D'UN EPAULEMENT

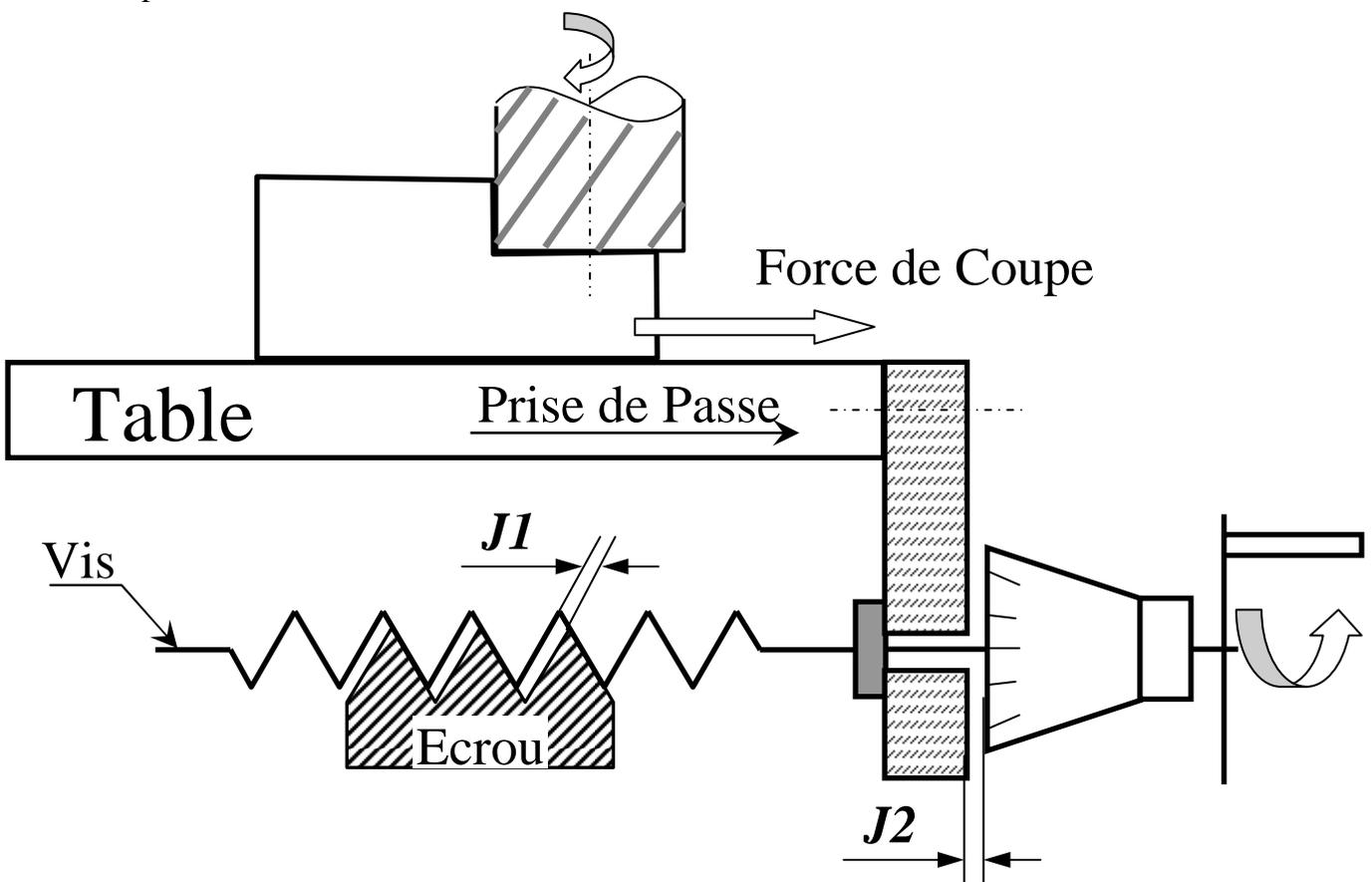
1. PROCEDURE DE RATRAPAGE DES JEUX

Le rattrapage des jeux est nécessaire, car suivant la position des jeux, l'effort de coupe risque de provoquer intempestivement et violemment le déplacement du chariot de la valeur de ces jeux...

1.1. PRISE DE PASSE

La prise de passe amène les jeux selon la figure présentée ci-dessous.

De ce fait, selon l'angle d'hélice de la fraise et la position de cette dernière lors de l'attaque de la pièce, la table se déplacera de $J = J1 + J2$



☞ *Il faut modifier la position des surfaces en contact, afin qu'ils s'opposent ainsi à l'effort de coupe.*

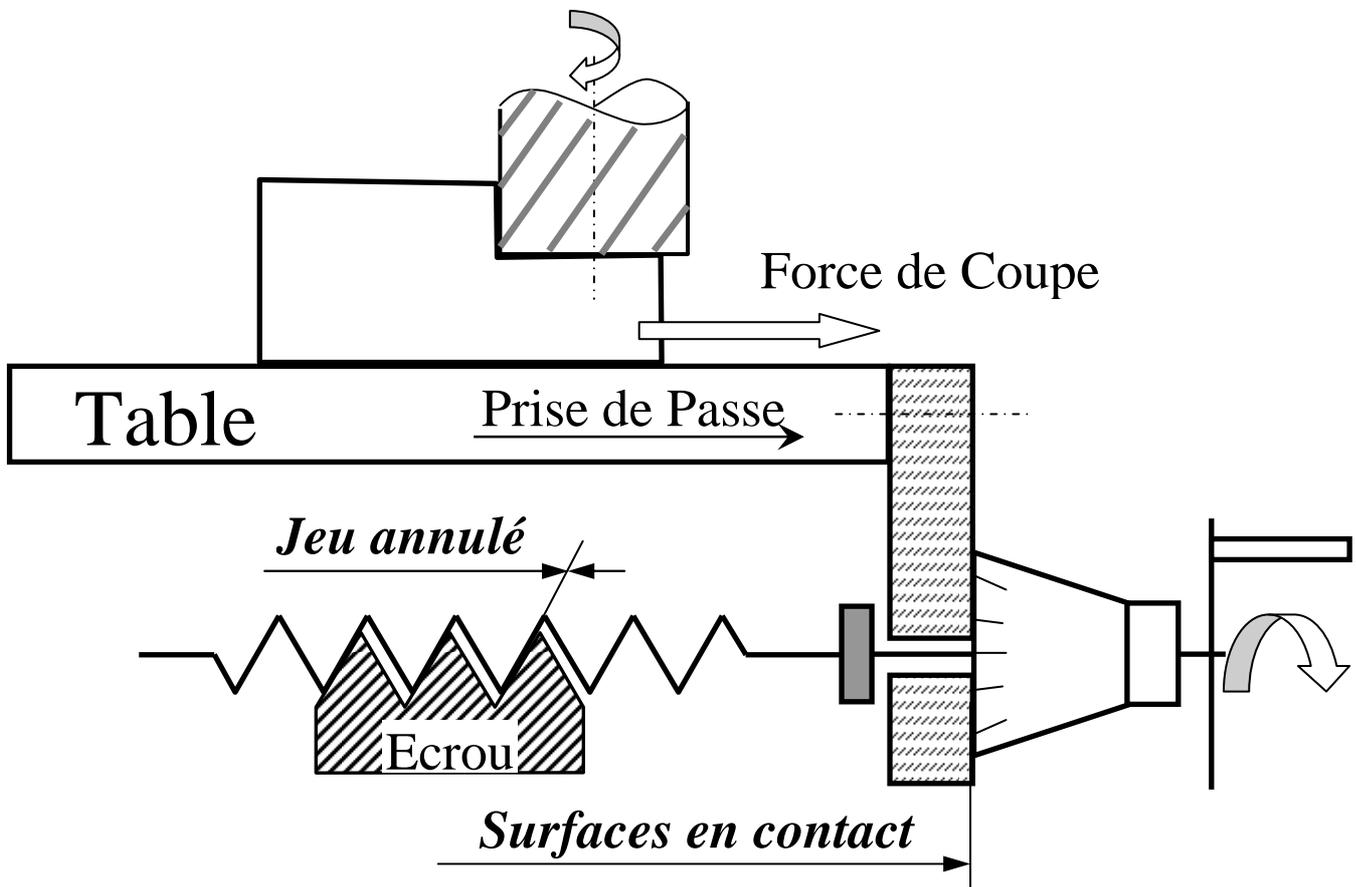
1.2. MODE OPERATOIRE DE RATRAPAGE DE JEUX

Afin d'éviter le problème énoncé ci-dessus, on suit la procédure ci-dessous :

- ❶ Prendre la profondeur de passe et bloquer le chariot manœuvré (longitudinal ou transversal),
- ❷ Effectuer une rotation en sens inverse de la valeur du jeu J global (identifié au préalable),
- ❸ Exécuter la passe.

2 Cas se présentent alors :

- ☞ Si d'autres passes sont nécessaires selon l'axe vertical, effectuez-les sans débloquer le chariot manœuvré initialement pour la prise de passe longitudinale ou transversale
- ☞ Si d'autres passes sont nécessaires suivant le chariot manœuvré initialement, il faut : Revenir à la position initiale, puis débloquer le chariot, et enfin prendre la passe selon la procédure décrite ci-avant.

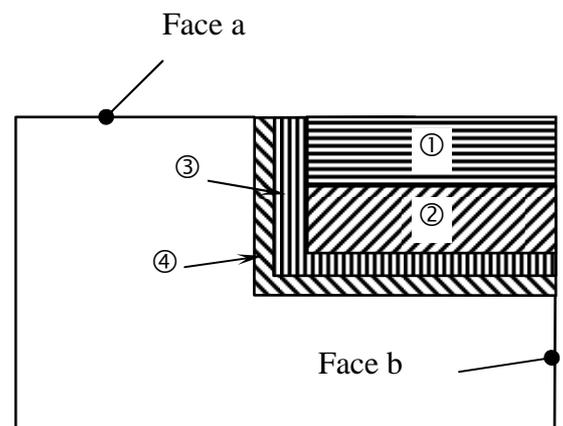


N.B. : D'autres types de méthodes de rattrapage de jeux existent, en particulier :

- ☞ La méthode de rattrapage de jeux par inversion
- ☞ La méthode de rattrapage de jeux par rétro-inversion

2. PROCEDURE DE REALISATION D'UN EPAULEMENT

- 1) Tangenter sur la face supérieure a, et mettre à zéro le chariot vertical
- 2) Dégager au chariot longitudinal
- 3) Prendre la passe au chariot vertical
- 4) Tangenter sur le profil b, et mettre à zéro le chariot longitudinal
- 5) Dégager au chariot transversal
- 6) Prendre la passe au chariot longitudinal



- 7) Immobiliser le chariot longitudinal, en rattrapant les jeux
- 8) Exécuter la première passe d'ébauche
- 9) Prendre la passe au chariot vertical, après retour
- 10) Réaliser la 2^{ème} passe d'ébauche
- 11) Contrôler l'épaulement résultant, en hauteur & en largeur
- 12) En déduire la passe à prendre pour laisser une surépaisseur de 1,5 mm en largeur d'épaulement, et 1 mm de surépaisseur en hauteur d'épaulement.

N.B. : Les passes de ½ finition ne doivent pas dépasser une épaisseur de 3 mm radiale, et 2 mm axiale.

- 13) Prendre les passes axiales & radiales, après avoir débloqué le chariot longitudinal,
- 14) Rebloquer le chariot longitudinal, en rattrapant les jeux,
- 15) Exécuter la passe de ½ finition
- 16) Contrôler l'épaulement résultant
- 17) Prendre les passes axiales & radiales permettant de réaliser les cotes du dessin de définition, après déblocage du chariot longitudinal
- 18) Exécuter la passe de finition, en n'oubliant pas au préalable de rebloquer le chariot longitudinal
- 19) Contrôler l'épaulement avant démontage, et si nécessaire, effectuer une nouvelle passe de finition.

N.B. : La valeur de cette passe de « rattrapage » ne doit pas être inférieure à la valeur du copeau minimum caractéristique de la matière usinée !..

MISE EN ŒUVRE DE LA PINULE

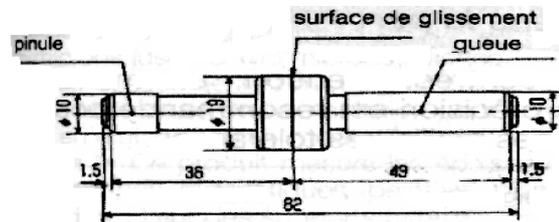
1. OBJECTIF

On veut déterminer précisément la position de l'axe de la broche pour pouvoir réaliser des pointages, perçages ou alésages sur une pièce sans risquer d'abîmer celle-ci.

2. PRESENTATION

L'utilisation de la pinule évite de tangenter avec un outil coupant sur la pièce, donc sans risques de marquer celle-ci, et permet de rechercher la position de l'axe de broche de façon **latérale**.

En aucun cas par contre elle ne pourra être utilisée pour rechercher une position de profondeur. Il ne faudra donc jamais l'utiliser sur l'axe vertical, pour cause de bris assuré, et pour cet axe on utilisera une jauge de mesure verticale ou la méthode habituelle réalisée directement avec l'outil



Caractéristiques : Matière : 100C6

Diamètre : 10

Répétabilité : sur l'axe X et Y : + ou - 2 microns

3. METHODE D'UTILISATION

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ☞ Fixer la pinule dans le mandrin, ☞ Sans que la pinule ne touche la pièce, la faire tourner à une vitesse de 500~1000 tr/min. ☞ Vérifier visuellement que la pinule tournera alors excentrée. | |
| <ul style="list-style-type: none"> ☞ Pendant que la pinule tourne, la déplacer doucement vers la pièce. ☞ Au contact de la surface de référence, la pinule aura une rotation de moins en moins excentrée jusqu'à ce qu'elle tourne dans l'axe du mandrin. | |
| <ul style="list-style-type: none"> ☞ Continuer alors à avancer doucement, jusqu'à chasser la pinule soudainement sur le côté le long de la surface de référence. ☞ A ce moment la distance entre le centre du mandrin et la surface de référence est égale à la valeur du rayon de la pinule (habituellement R= 5mm). | |

L'ALEPAGE AU GRAIN

1. DESCRIPTION GENERALE D'UNE TETE A ALESER AVEC GRAIN

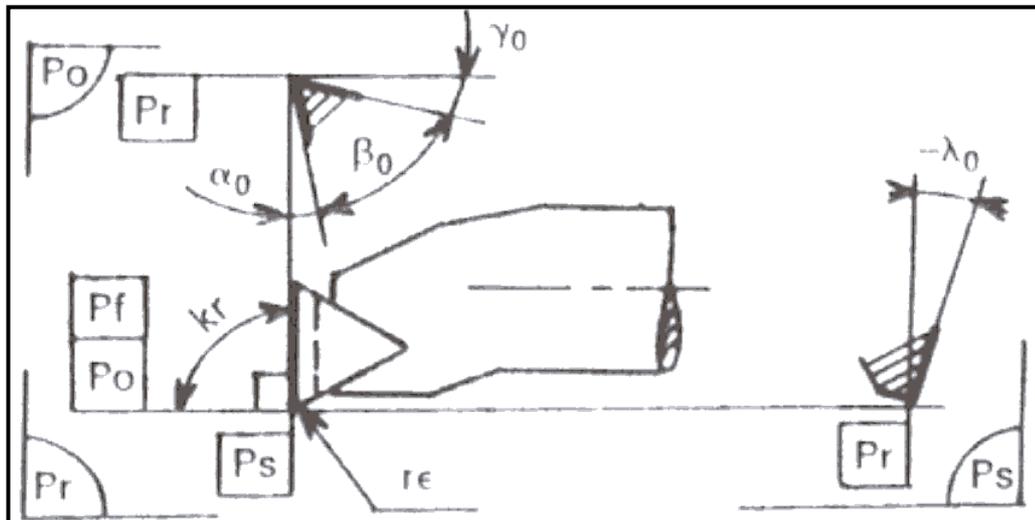
1.1. COMPOSITION

Une tête comporte :

- ☞ Un cône de centrage
- ☞ Un corps muni d'un chariot se déplaçant perpendiculairement à l'axe de rotation
- ☞ Une barre, dite « grain », d'alésage

Le réglage de l'excentration du grain par rapport à l'axe de rotation de la brioche est réalisé à l'aide d'un tambour gradué de type « Vernier »

1.2. ANGLES D'OUTILS



1.2.1. ANGLES DE DIRECTION D'ARETE KR

Angles limites de 75° à 95° avec le choix préférentiel de 90° pour annuler l'effort de flexion sous la force radiale, car l'outil travaillant majoritairement en bout, il est sensible aux vibrations.

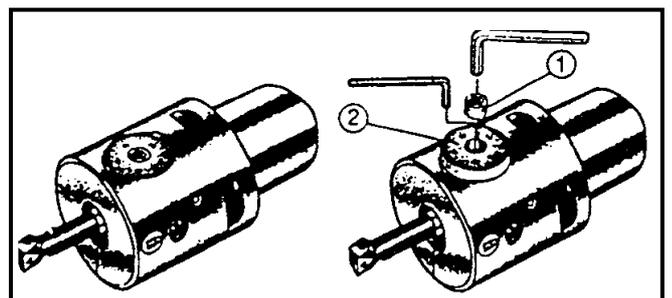
1.2.2. ANGLE D'INCLINAISON D'ARETE AS

Cet angle doit être négatif pour permettre l'attaque progressive de l'arête de coupe, et protéger ainsi le rayon de bec r_e

2. BARRE D'ALEPAGE SANDVIK

2.1. PRESENTATION :

Cet outil est équipé d'un accouplement à friction qui évite l'endommagement du mécanisme de réglage. L'accouplement à friction est activé lors du verrouillage du mécanisme de réglage ou à l'issue du processus de réglage.



2.2. MODE OPERATOIRE DE REGLAGE :

- ☞ Toujours utiliser en priorité une clé à 6 pans que l'on insère dans l'accouplement à friction ①
- ☞ Si l'accouplement par friction échoue, il est possible d'insérer une clé à 6 pans dans l'orifice hexagonal de 3 mm ② pour régler l'outil. Attention :avec cette dernière méthode, aucune sécurité n'est garantie !
- ☞ Remettre l'outil à zéro avant emploi à l'aide d'un présélecteur, ou serrer la vis de réglage dans le sens contraire des aiguilles d'une montre jusqu'à la position initiale qu'elle occupait avant le réglage du diamètre.

N.B. : L'arête de coupe se dé- place d'environ 0,025 mm lors-du desserrage de la vis de verrouillage.

3. PARAMETRES DE COUPE

3.1. CONDITIONS DE COUPE

| Matière | A.R.S. | | | Carbure | | | Epaisseur de finition au rayon |
|---|------------------|-----------------|------------|------------------|-----------------|------------|--------------------------------|
| | Vitesse de coupe | Avance en mm/tr | | Vitesse de coupe | Avance en mm/tr | | |
| | | Ebauche | Finition | | Ebauche | Finition | |
| <i>Aciers non alliés et pour traitements thermiques</i> | 6 à 20 | 0,1 à 0,5 | 0,05 à 0,1 | 80 à 140 | 0,1 à 0,6 | 0,05 à 0,2 | 0,3 |
| <i>Fontes, et Alliages de bronze et de laiton</i> | 10 à 20 | 0,1 à 0,5 | 0,1 à 0,4 | 60 à 120 | 0,1 à 0,45 | 0,05 à 0,2 | 0,6 |
| <i>Alliages d'aluminium</i> | 20 à 60 | 0,1 à 0,6 | 0,05 à 0,2 | 100 à 250 | 0,1 à 0,6 | 0,05 à 0,2 | 0,1 |

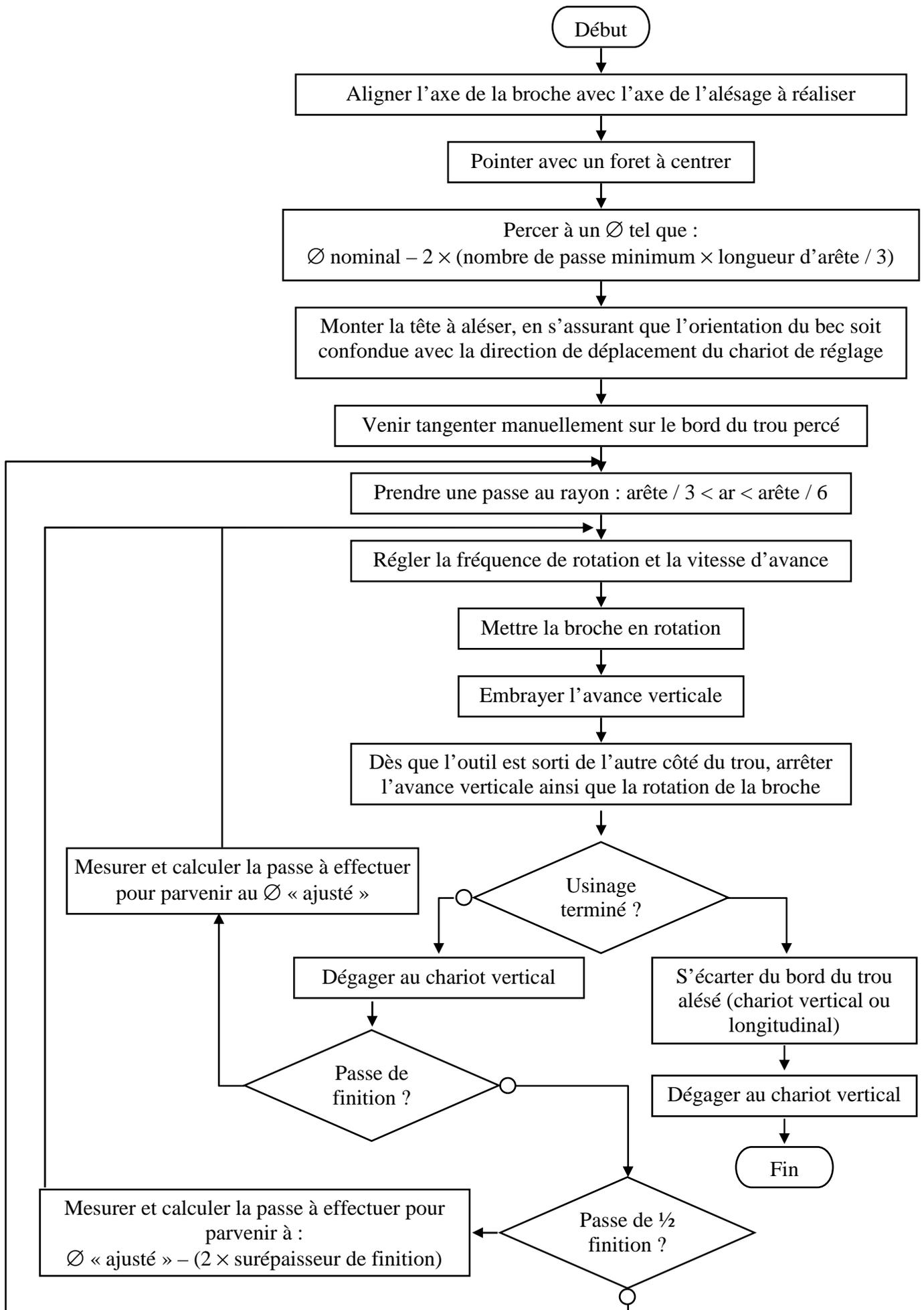
3.2. NOMBRE DE PASSES

| Matière usinée | Qualité souhaitée | Nombre de passes minimum |
|------------------------|-------------------|--------------------------|
| <i>Aciers</i> | < 7 | 4 |
| | 7 | 3 |
| | 8 | 2 |
| <i>Fontes</i> | < 7 | 3 |
| | 7 | 2 |
| | 8 | 1 |
| <i>Alliages légers</i> | < 7 | 2 |
| | 7 | 1 |
| | 8 | 1 |

N.B. : *Pour assurer une qualité inférieure ou égale à 7, il est toutefois conseillé d'effectuer au moins 2 passes de finition.*

4. MODE OPERATOIRE D'USINAGE :

Les différentes étapes nécessaires à l'obtention d'un alésage correct sont présentées sous forme d'algorithme sur la page suivante.



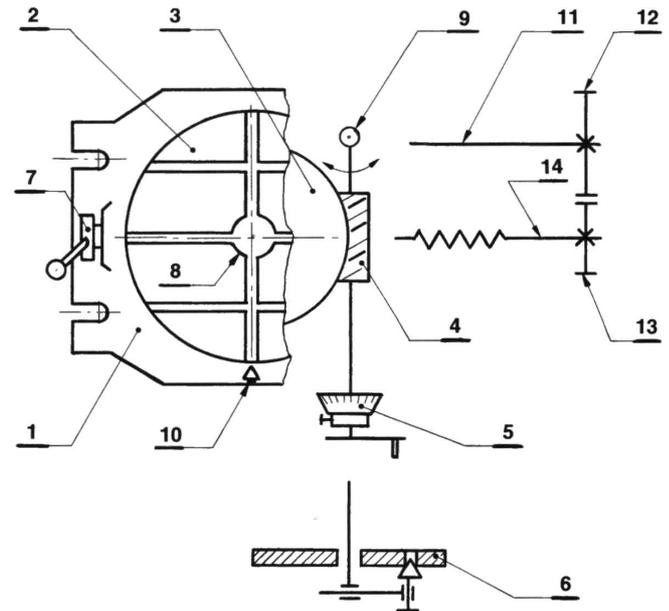
UTILISATION DU PLATEAU ANGULAIRE

1. PRESENTATION GENERALE

Le plateau angulaire peut être modélisé par le schéma cinématique suivant :

Nomenclature :

| | | | |
|----|-------------------|----|---------------------|
| 1 | Semelle | 2 | Plateau rainuré |
| 3 | Roue creuse | 4 | Vis sans fin |
| 5 | Tambour gradué | 6 | Plateau |
| 7 | Levier de blocage | 8 | Alésage de Centrage |
| 9 | Débrayeur | 10 | Index |
| 11 | Arbre de Commande | 12 | Roue menée |
| 13 | Roue menante | 14 | Vis de la Table |



2. DETERMINATION DU RAPPORT CARACTERISTIQUE

- ① Tracer un repère sur le bâti
- ② Tracer un repère correspondant sur le plateau tournant
- ③ Faire évoluer le plateau jusqu'à aligner de nouveau les 2 repères, tout en comptant le nombre de tours de manivelle effectués. Le rapport caractéristique du diviseur est donc :

K = Nombre de tours de manivelle pour 1 tour de plateau tournant.

3. METHODES DE DIVISION

3.1. DETERMINATION GENERALE DU NOMBRE DE TOURS

La méthode simple consiste à appliquer simplement la formule K / N précédente afin de déterminer le nombre de tours, complété par la fraction de tour, permettant d'obtenir le décalage angulaire ou la répartition de surfaces souhaitées.

- ☞ Si l'on veut connaître le nombre de tours à effectuer pour exécuter des surfaces ou des trous répartis équitablement, il suffit d'utiliser directement la formule :

K / nombre d'entités à répartir équitablement

- ☞ Si l'on veut connaître le nombre de tours à effectuer pour exécuter des surfaces décalés angulairement, il faut alors appliqué la formule : **$K * \alpha^\circ / 360^\circ$**

3.2. DETERMINATION DE LA FRACTION DE TOURS

Bien souvent, l'application des formules précédentes amène à devoir régler d'une fraction de tours de manivelle. Il faut donc déterminer quelle est la résolution caractéristique des graduations angulaires portées sur le tambour, afin de réaliser la fraction de tour attendue du plateau rainuré.

- ☞ La résolution du vernier se détermine comme d'habitude par : **$360^\circ / (K * \text{nombre de graduations})$**

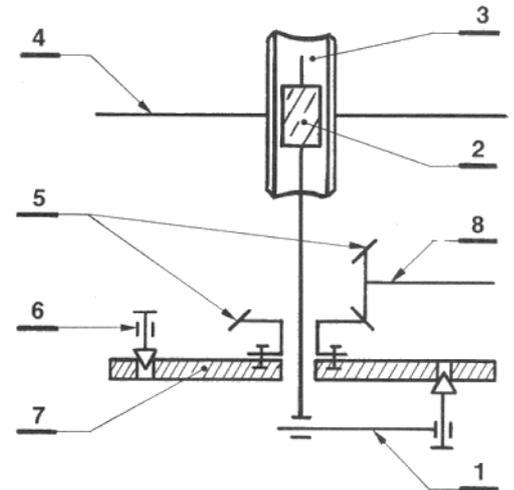
UTILISATION DU DIVISEUR AVEC LA METHODE SIMPLE

1. PRESENTATION GENERALE

Le plateau diviseur peut être modélisé par le schéma cinématique suivant :

Nomenclature :

| | | | | | | | |
|---|---------------------------|---|------------------------------------|---|-----------------|---|-------------------------|
| 1 | Manivelle pointeau | 2 | Vis sans fin | 3 | Roue creuse | 4 | Broche |
| 5 | Couple conique de $r = 1$ | 6 | Verrou d'immobilisation du plateau | 7 | Plateau à trous | 8 | Arbre du couple conique |



2. DETERMINATION DU RAPPORT CARACTERISTIQUE

- ① Tracer un repère sur le bâti
- ② Tracer un repère correspondant sur le plateau tournant
- ③ Faire évoluer le plateau jusqu'à aligner de nouveau les 2 repères, tout en comptant le nombre de tours de manivelle effectués. Le rapport caractéristique du diviseur est donc :

K = Nombre de tours de manivelle pour 1 tour de plateau tournant.

☞ Le plateau tournant est constitué de plusieurs séries de trous. Pour chaque série, le nombre de trous correspond à $N+1$ intervalles. On peut donc effectuer une fraction de tour de ce plateau en fonction du trou auquel on s'arrête. La fraction de tour est donc de : K / N

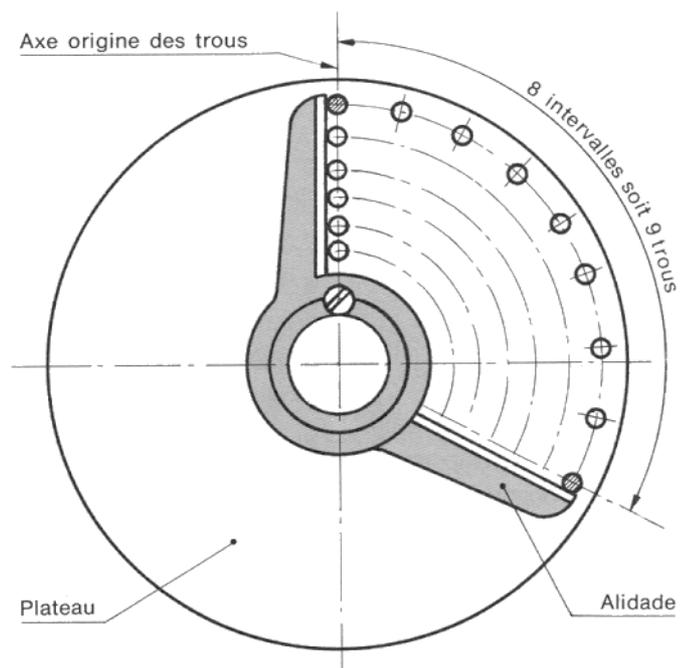
3. ELEMENTS D'AIDE AU REGLAGE

3.1. ALIDADE

Etant donné que l'on doit considérer le nombre d'intervalles plutôt que directement le nombre de trous, on utilise une alidade dont l'écartement des branches permet de « fixer » le décalage à effectuer.

3.2. POINTEAU

Le pointeau, associé à la manivelle, permet, en réalisant la rotation du plateau tournant, d'immobiliser la position lorsque l'on a atteint l'écartement réglé par l'alidade, en l'engageant dans le trou correspondant.



4. APPLICATIONS DE LA METHODE SIMPLE

4.1. DETERMINATION GENERALE DU NOMBRE DE TOURS

La méthode simple consiste à appliquer simplement la formule K / N précédente afin de déterminer le nombre de tours, complété par la fraction de tour, permettant d'obtenir le décalage angulaire ou la répartition de surfaces souhaitées.

☞ Si l'on veut connaître le nombre de tours à effectuer pour exécuter des surfaces ou des trous répartis équitablement, il suffit d'utiliser directement la formule :

$K / \text{nombre d'entités à répartir équitablement}$

☞ Si l'on veut connaître le nombre de tours à effectuer pour exécuter des surfaces décalés angulairement, il faut alors appliqué la formule : **$K * \alpha^\circ / 360^\circ$**

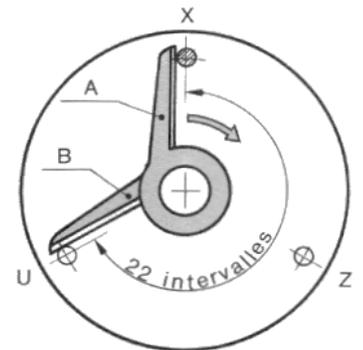
4.2. DETERMINATION DE LA FRACTION DE TOURS

Bien souvent, l'application des formules précédentes amène à devoir régler d'une fraction de tours de manivelle. On utilise donc les rangées de trous répartis sur le plateau à trous pour effectuer cette fraction de tours de manivelle. La procédure à suivre pour y parvenir est la suivante :

- ① Déterminer la rangée dont le nombre de trous est multiple du dénominateur
- ② Engager le pointeau dans un des trous de la rangée déterminée précédemment
- ③ Placer la première branche de l'alidade contre le pointeau
- ④ Régler l'écartement de l'alidade afin d'obtenir le nombre d'intervalles correspondant à
*Coefficient multiplicateur obtenu pour le dénominateur * numérateur de la fraction de tours*
- ⑤ Bloquer l'alidade
- ⑥ Venir engager le pointeau contre la deuxième branche de l'alidade, ce qui entraîne la rotation du plateau tournant

Exemple :

- ☞ On veut exécuter $2/3$ tours de manivelle
- ☞ On choisit la rangée de 33 trous, c'est à dire le multiple 11 de 3
- ☞ On règle l'écartement de l'alidade de 22 intervalles ($11 * 2$), soit de 23 trous (N+1)



ELEMENTS DE CALCUL DE PUISSANCE EN FRAISAGE

1. VALEURS DE Kc

Le calcul des efforts de coupe passe par la recherche du coefficient spécifique de coupe noté Kc, qui dépend principalement du matériau usiné et de l'épaisseur du copeau. Il s'exprime en général en daN/mm².

1.1. PROCEDURE GENERALE DE DETERMINATION DU Kc

Les tableaux de pressions spécifiques de coupe (Kc) sont généralement donnés en considérant une épaisseur moyenne de copeau (hm) de 0,2 mm, et un angle de coupe γ de -7° .

Bien évidemment, tous les outils n'ont pas cet angle de coupe, et toutes les opérations de fraisage ne génèrent pas une telle épaisseur de copeau.

Il va donc falloir modifier le Kc fourni en fonction des paramètres réels, en suivant la procédure suivante :

- ① Identifier le Kc usuel fourni dans le tableau dédié à cet effet.
- ② Modifier le Kc usuel en fonction de l'angle de coupe réel γ .
 - ☞ Kc usuel est modifié de 1,5 % par degré de changement d'angle de coupe. Ainsi, un angle de coupe plus grand diminue le Kc provisoire, et vice & versa. On obtient alors le Kc provisoire.
 - Exemple : un γ de $+3^\circ$ donne un Kc de 15% inférieur à la valeur fournie par le tableau*
- ③ Déterminer dans le tableau s'y rapportant l'épaisseur moyenne de copeau spécifique à l'opération.
- ④ Rechercher, à l'aide de la valeur hm déterminée ci-avant, la valeur du correcteur fh à appliquer.
- ⑤ Calculer la valeur du coefficient spécifique de coupe en appliquant la formule : $Kc = Kc \text{ provisoire} \cdot fh$

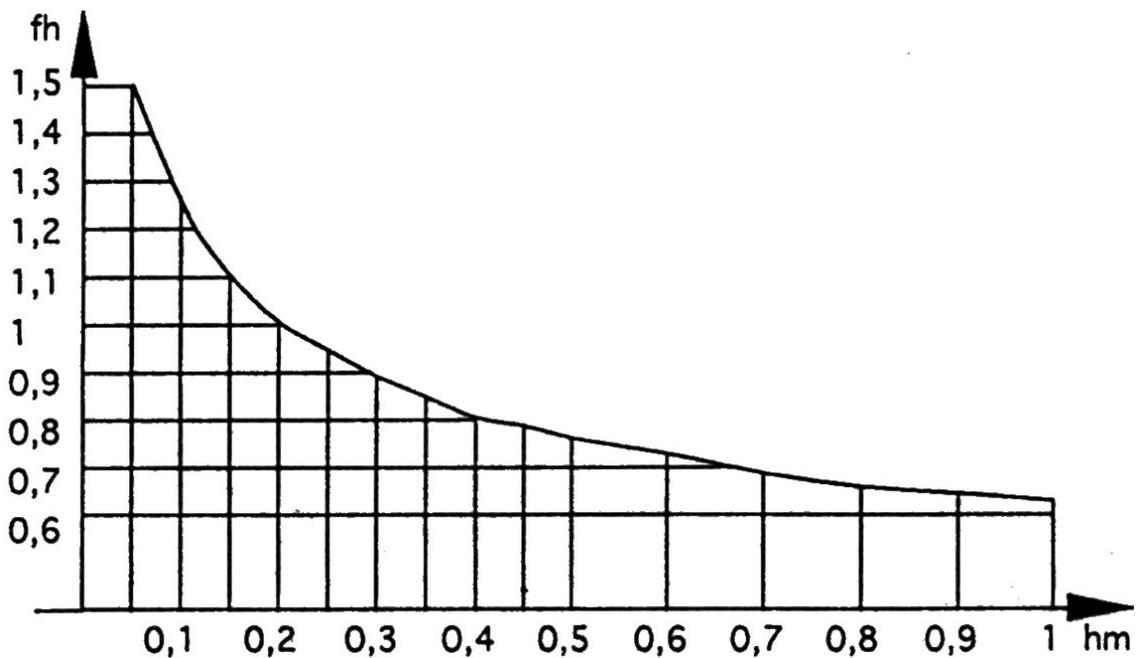
1.2. VALEURS USUELLES DU KCM

| | | | | | | |
|----------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Matière | <i>Aciers généraux</i> | <i>XC 12</i> | <i>XC 35</i> | <i>XC 70</i> | <i>Aciers faiblement alliés</i> | <i>Aciers fortement alliés</i> |
| Kcm | 2600 | 2750 | 3000 | 3300 | 3500 | 3700 |
| Matière | <i>Aciers extra-durs</i> | <i>Fontes Malléables</i> | <i>Fontes grises</i> | <i>Fontes GS</i> | <i>Fontes trempées</i> | <i>Alliages légers</i> |
| Kcm | 6750 | 2100 | 1600 | 2000 | 4750 | 950 |

1.3. EPAISSEUR MOYENNE DE COPEAU

| Epaisseur moyenne de copeau hm en mm | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Avance par dent en mm | | | | | | | | | | |
| ar / Ø | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 1 |
| 1/10 | 0,05 | 0,1 | 0,19 | 0,29 | 0,38 | 0,48 | 0,58 | 0,77 | 0,88 | 0,96 |
| 2/10 | 0,05 | 0,1 | 0,19 | 0,29 | 0,38 | 0,48 | 0,57 | 0,76 | 0,86 | 0,95 |
| 3/10 | 0,05 | 0,09 | 0,19 | 0,28 | 0,38 | 0,47 | 0,56 | 0,75 | 0,85 | 0,94 |
| 4/10 | 0,05 | 0,09 | 0,19 | 0,28 | 0,37 | 0,47 | 0,56 | 0,74 | 0,84 | 0,93 |
| 1/2 | 0,05 | 0,09 | 0,18 | 0,28 | 0,37 | 0,46 | 0,55 | 0,74 | 0,83 | 0,92 |
| 6/10 | 0,04 | 0,09 | 0,18 | 0,27 | 0,36 | 0,44 | 0,53 | 0,71 | 0,8 | 0,89 |
| 7/10 | 0,04 | 0,09 | 0,17 | 0,26 | 0,35 | 0,43 | 0,52 | 0,7 | 0,79 | 0,87 |
| 8/10 | 0,04 | 0,08 | 0,16 | 0,25 | 0,33 | 0,41 | 0,49 | 0,66 | 0,77 | 0,82 |
| 9/10 | 0,04 | 0,08 | 0,15 | 0,23 | 0,31 | 0,39 | 0,46 | 0,62 | 0,7 | 0,77 |
| 1 | 0,03 | 0,07 | 0,12 | 0,18 | 0,24 | 0,31 | 0,37 | 0,49 | 0,66 | 0,61 |

1.4. CORRECTEUR FH



ABAQUE DE CALCUL DE PUISSANCE EN FRAISAGE

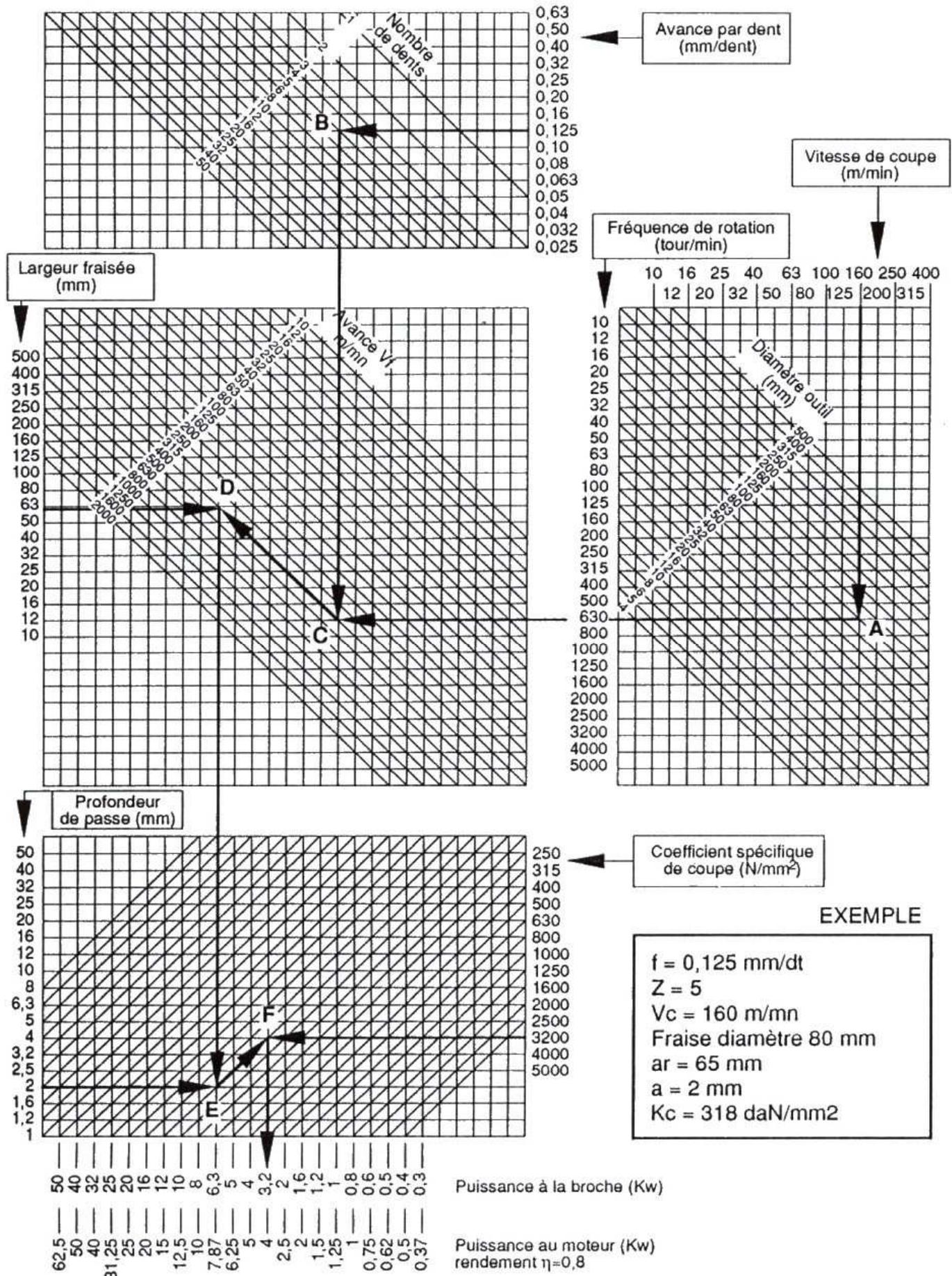


TABLEAU DES CONDITIONS DE COUPE INDUSTRIELLES EN SURFAÇAGE

| DESIGNATION | | <i>R</i> _{max} en daN.mm ⁻² ou Dureté | SURFAÇAGE EN BOUT | | | | | | | | SURFAÇAGE EN ROULANT | | | | EXEMPLES DE NUANCES |
|---|--|---|---------------------------------|----------------|-------------------|-----------------|---------------------------------|----------------|-------------------|-----------------|---------------------------------|----------------|-------------------|-----------|---------------------------|
| | | | Fraise en A.R.S. | | | | Fraise Plaquettes Carbure | | | | Fraise en A.R.S. | | | | |
| MATIERES | | | <i>V</i> ₉₀ en mm/mn | | <i>f</i> en mm/tr | | <i>V</i> ₄₅ en mm/mn | | <i>f</i> en mm/tr | | <i>V</i> ₉₀ en mm/mn | | <i>f</i> en mm/tr | | |
| | | <i>ap</i> = 3-5 | <i>ap</i> = 0,5-1 | <i>Ebauche</i> | <i>Finition</i> | <i>ap</i> = 3-5 | <i>ap</i> = 0,5-1 | <i>Ebauche</i> | <i>Finition</i> | <i>ap</i> = 3-5 | <i>ap</i> = 0,5-1 | <i>Ebauche</i> | <i>Finition</i> | | |
| Aciers Généraux | 0,5 à 1,5% de Carbone | 35-50 | 50-60 | 65-75 | 0,2-0,3 | 0,1-0,2 | 140-160 | 180-210 | 0,2-0,3 | 0,1-0,2 | 48-53 | 55-63 | 0,15-0,2 | 0,1-0,15 | A37 |
| | | 60-80 | 38-48 | 42-52 | 0,2-0,3 | 0,1-0,2 | 115-125 | 125-135 | 0,2-0,3 | 0,1-0,2 | 42-46 | 46-53 | 0,15-0,2 | 0,1-0,15 | A70 |
| Aciers pour Traitements Thermiques | <i>C</i> <0,25% <i>C</i> <0,45% <i>C</i> <0,65% <i>C</i> <0,90% | 45-60 | 32-37 | 40-50 | 0,2-0,3 | 0,1-0,2 | 120-130 | 160-170 | 0,2-0,3 | 0,1-0,2 | 40-45 | 45-50 | 0,15-0,2 | 0,1-0,15 | XC25 |
| | | 60-75 | 25-30 | 33-38 | 0,2-0,3 | 0,1-0,2 | 100-110 | 120-130 | 0,2-0,3 | 0,1-0,2 | 24-28 | 32-38 | 0,15-0,2 | 0,1-0,15 | XC40 |
| | | 75-95 | 18-21 | 24-28 | 0,15-0,25 | 0,1-0,15 | 80-90 | 100-110 | 0,15-0,25 | 0,08-0,18 | 16-18 | 21-25 | 0,1-0,15 | 0,1-0,12 | XC65 |
| | | 95-115 | 15-18 | 20-24 | 0,1-0,2 | 0,08-0,12 | 68-75 | 90-100 | 0,15-0,25 | 0,07-0,15 | 12-14 | 20-24 | 0,1-0,15 | 0,1-0,12 | XC80 |
| Aciers Faibl ^{ent} Alliés | au Cr+Mo au Cr+Mo au Cr+Ni au Cr | 60-75 | 28-32 | 36-42 | 0,2-0,3 | 0,1-0,3 | 95-105 | 120-130 | 0,2-0,3 | 0,1-0,2 | 22-25 | 31-35 | 0,15-0,2 | 0,1-0,15 | 20CrMo4 |
| | | 75-95 | 18-27 | 24-28 | 0,15-0,25 | 0,1-0,15 | 75-85 | 100-110 | 0,15-0,25 | 0,1-0,2 | 16-18 | 20-22 | 0,1-0,15 | 0,1-0,12 | 34CrMo4 |
| | | 95-115 | 15-18 | 19-23 | 0,15-0,25 | 0,1-0,15 | 68-73 | 90-95 | 0,15-0,25 | 0,08-0,15 | 12-14 | 18-21 | 0,1-0,15 | 0,1-0,12 | 42NiCrMo4 |
| | | 95-115 | 10-13 | 14-18 | 0,13-0,2 | 0,08-0,12 | 45-50 | 65-80 | 0,1-0,18 | 0,1-0,18 | 12-14 | 17-20 | 0,1-0,15 | 0,1-0,12 | 100Cr64 |
| Fontes Grisés | Ferritique Ferrito-Perl ^{que} Perlitique | 120-150 HB | 32-42 | 45-55 | 0,3-0,4 | 0,15-0,25 | 110-120 | 150-160 | 0,4-0,5 | 0,15-0,25 | 35-40 | 45-55 | 0,2-0,3 | 0,2-0,25 | FGL 200 |
| | | 190-220 HB | 18-21 | 20-28 | 0,2-0,3 | 0,15-0,25 | 80-90 | 110-120 | 0,3-0,4 | 0,15-0,25 | 18-20 | 20-28 | 0,15-0,2 | 0,2-0,25 | FGL 300 |
| | | 220-260 HB | 11-14 | 16-20 | 0,15-0,25 | 0,1-0,2 | 70-77 | 92-110 | 0,15-0,25 | 0,1-0,2 | 12-14 | 16-18 | 0,15-0,2 | 0,1-0,15 | FGL 400 |
| Fontes à G. Spéroïdal | Ferritique Ferritique | 220-285 HB | 12-15 | 17-20 | 0,2-0,3 | 0,15-0,25 | 58-62 | 75-80 | 0,3-0,4 | 0,1-0,2 | 12-14 | 16-18 | 0,15-0,2 | 0,1-0,15 | FGS 600-3 |
| | | 140-180 HB | 20-35 | 40-45 | 0,3-0,4 | 0,15-0,25 | 115-125 | 160-170 | 0,4-0,5 | 0,1-0,2 | 30-34 | 39-44 | 0,2-0,25 | 0,1-0,15 | FGS 370-17 |
| Fontes Malléables | A Cœur Blanc A Cœur Noir Perlitique | <180 HB | 50-58 | 70-77 | 0,3-0,4 | 0,1-0,2 | 145-155 | 190-200 | 0,4-0,5 | 0,15-0,25 | 42-46 | 54-60 | 0,1-0,2 | 0,1-0,15 | MN 40-10 |
| | | 160-200 HB | 27-31 | 34-40 | 0,2-0,3 | 0,1-0,2 | 85-95 | 115-125 | 0,3-0,4 | 0,15-0,25 | 24-28 | 35-38 | 0,1-0,2 | 0,1-0,15 | MN 35-10 |
| | | 200-260 HB | 15-18 | 20-25 | 0,2-0,3 | 0,08-0,18 | 82-88 | 92-100 | 0,3-0,35 | 0,1-0,2 | 15-17 | 20-24 | 0,1-0,15 | 0,1-0,12 | MP 60-3 |
| Aciers Fort ^{ent} Alliés | Martensitique Austénitique | 45-65 | 18-27 | 22-26 | 0,1-0,15 | 0,09-0,13 | 72-77 | 92-100 | 0,15-0,25 | 0,1-0,2 | 24-28 | 32-38 | 0,1-0,15 | 0,1-0,12 | Z4CrNi18-10 |
| | | 45-65 | 22-26 | 28-33 | 0,1-0,15 | 0,09-0,13 | 81-87 | 110-120 | 0,15-0,25 | 0,1-0,2 | 18-21 | 24-28 | 0,1-0,15 | 0,1-0,12 | Z8Cr13 |
| Aciers à Outils | au Cr au Cr+Mo+V au Cr+W+V | 70-90 | 9-12 | 13-16 | 0,1-0,2 | 0,1-0,15 | 41-45 | 55-60 | 0,2-0,3 | 0,1-0,2 | 9-11 | 12-14 | 0,08-0,1 | 0,08-0,1 | Z20Cr12 |
| | | 70-90 | 17-20 | 21-25 | 0,1-0,2 | 0,1-0,15 | 64-70 | 85-90 | 0,15-0,25 | 0,1-0,2 | 15-18 | 19-22 | 0,08-0,1 | 0,08-0,1 | Z40CrMoV5 |
| | | 70-90 | 14-17 | 18-21 | 0,1-0,2 | 0,1-0,15 | 59-63 | 78-94 | 0,15-0,15 | 0,1-0,2 | 14-16 | 17-20 | 0,08-0,1 | 0,08-0,1 | Z30WCrV15 |
| Laitons | au Zn+Al à l'étain | 40-80 | 72-80 | 95-105 | 0,2-0,3 | 0,15-0,2 | 135-150 | 180-200 | 0,2-0,3 | 0,15-0,2 | 72-80 | 90-100 | 0,15-0,2 | 0,12-0,18 | CuZn19Al6 |
| | | 16-24 | 23-26 | 31-35 | 0,2-0,25 | 0,15-0,2 | 70-78 | 80-88 | 0,2-0,25 | 0,15-0,2 | 28-32 | 41-46 | 0,1-0,15 | 0,08-0,12 | CuNi40Sn7 |
| Bronzes | Cupro-Alu Cupro-Nickel | 40-70 | 20-23 | 27-31 | 0,2-0,25 | 0,15-0,2 | 56-63 | 70-78 | 0,2-0,25 | 0,15-0,2 | 25-28 | 33-37 | 0,1-0,15 | 0,08-0,12 | CuAl9Ni5Fe |
| | | <260 HB | 12-14 | 18-20 | 0,15-0,2 | 0,1-0,15 | 27-30 | 36-41 | 0,15-0,2 | 0,15-0,2 | 12-14 | 16-18 | 0,1-0,15 | 0,08-0,12 | CuNi40Sn7 |
| Alliages d'Allu. | au Cuivre au Magnésium au Silicium | <30 | 130-150 | 190-210 | 0,4-0,5 | 0,15-0,25 | 440-460 | 520-540 | 0,4-0,5 | 0,1-0,2 | 200-210 | 290-300 | 0,15-0,2 | 0,1-0,15 | AU4NT |
| | | <26 | 160-180 | 260-280 | 0,4-0,5 | 0,15-0,25 | 700-800 | >1000 | 0,4-0,5 | 0,1-0,2 | 140-150 | 200-210 | 0,15-0,2 | 0,1-0,15 | AG3 |
| | | <26 | 60-70 | 70-80 | 0,25-0,35 | 0,15-0,25 | 440-460 | 450-500 | 0,3-0,4 | 0,1-0,2 | 75-80 | 100-105 | 0,15-0,2 | 0,1-0,15 | AS10G |

TABLEAU DES CONDITIONS DE COUPE INDUSTRIELLES EN FRAISAGE COMBINE

| DESIGNATION | | | FRAISAGE D'ÉPAULEMENT A PREDOMINANCE EN ROULANT | | | | | | | | | RAINURAGE EN BOUT | | | RAINURAGE EN ROULANT | | | | EXEMPLES DE NUANCES |
|------------------------------------|-----------------------------------|---|---|-----------------------|-------------|---------------------------|--|-----------------------|---------------|-------------|--|-----------------------|-------------|----------------|---|------------------------------|---|------------------------------|---------------------|
| | | | Fraise A.R.S. | | | Fraise Plaquettes Carbure | | | Fraise A.R.S. | | | Fraise A.R.S. | | Fraise Carbure | | | | | |
| MATIERES | | <i>R_{max} en daN.mm⁻² ou Dureté en HB</i> | <i>V₉₀</i> <i>ap = 2-4</i> | <i>fz en mm/tr/dt</i> | | | <i>V₄₅</i> <i>ap = 2-4</i> | <i>fz en mm/tr/dt</i> | | | <i>V₉₀</i> <i>ap = 4-8</i> | <i>fz en mm/tr/dt</i> | | | <i>V₉₀</i> <i>ap < 6</i> | <i>f</i> <i>ar < 4</i> | <i>V₄₅</i> <i>ap < 6</i> | <i>f</i> <i>ar < 4</i> | |
| | | | | <i>Ø=6</i> | <i>Ø=12</i> | <i>Ø=18</i> | | <i>Ø=6</i> | <i>Ø=12</i> | <i>Ø=18</i> | | <i>Ø=6</i> | <i>Ø=12</i> | <i>Ø=18</i> | | | | | |
| Aciers Généraux | <i>0,5 à 1,5% de Carbone</i> | 35-50 | 45-50 | 0,08 | 0,12 | 0,18 | 135-145 | 0,12 | 0,18 | 0,24 | 25-28 | 0,025 | 0,04 | 0,06 | 23-37 | 0,13 | 112-125 | 0,15 | A37 |
| | | 60-80 | 40-45 | 0,08 | 0,12 | 0,18 | 100-110 | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 32-36 | 0,025 | 0,04 | 0,06 | 21-24 | 0,13 | 90-100 | 0,15 | A70 |
| Aciers pour Traitements Thermiques | <i>C < 0,25%</i> | 45-60 | 33-37 | 0,08 | 0,12 | 0,18 | 95-105 | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 23-26 | 0,025 | 0,04 | 0,06 | 19-22 | 0,13 | 90-100 | 0,15 | XC25 |
| | <i>C < 0,45%</i> | 60-75 | 25-28 | 0,08 | 0,1 | 0,12 | 90-100 | 0,1 | 0,15 | 0,18 | 19-22 | 0,012 | 0,025 | 0,05 | 14-16 | 0,13 | 81-90 | 0,15 | XC40 |
| | <i>C < 0,65%</i> | 75-95 | 20-23 | 0,08 | 0,1 | 0,12 | 76-85 | 0,08 | 0,13 | 0,16 | 16-18 | 0,012 | 0,025 | 0,05 | 10-12 | 0,12 | 67-75 | 0,15 | XC65 |
| | <i>C < 0,90%</i> | 95-115 | 18-21 | 0,05 | 0,08 | 0,1 | 64-72 | 0,08 | 0,13 | 0,16 | 13-15 | 0,012 | 0,025 | 0,05 | 9-10 | 0,12 | 58-65 | 0,15 | XC80 |
| Aciers Faibl ^{ent} Alliés | <i>au Cr+Mo</i> | 60-75 | 27-30 | 0,08 | 0,1 | 0,12 | 86-95 | 0,1 | 0,15 | 0,18 | 18-21 | 0,012 | 0,025 | 0,05 | 11-13 | 0,13 | 74-83 | 0,15 | 20CrMo4 |
| | <i>au Cr+Mo</i> | 75-95 | 18-21 | 0,05 | 0,08 | 0,1 | 58-65 | 0,08 | 0,13 | 0,15 | 11-13 | 0,012 | 0,025 | 0,05 | 9-11 | 0,13 | 61-68 | 0,15 | 34CrMo4 |
| | <i>au Cr+Ni</i> | 95-115 | 16-18 | 0,04 | 0,07 | 0,09 | 47-53 | 0,03 | 0,13 | 0,15 | 9-11 | 0,012 | 0,025 | 0,05 | 8-9 | 0,1 | 52-58 | 0,15 | 42NiCrMo4 |
| | <i>au Cr</i> | 95-115 | 15-17 | 0,04 | 0,07 | 0,09 | 47-53 | 0,03 | 0,13 | 0,15 | 8-9 | 0,012 | 0,025 | 0,05 | 8-9 | 0,1 | 52-58 | 0,15 | 100Cr64 |
| Fontes Grises | <i>Ferritique</i> | 120-150 HB | 30-34 | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 126-140 | 0,12 | 0,2 | 0,25 | 19-22 | 0,025 | 0,04 | 0,08 | 36-40 | 0,15 | 90-100 | 0,15 | FGL 200 |
| | <i>Ferrito-Perl^{que}</i> | 190-220 HB | 20-23 | 0,08 | 0,1 | 0,12 | 78-87 | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 13-15 | 0,02 | 0,025 | 0,05 | 18-21 | 0,12 | 72-80 | 0,15 | FGL 300 |
| | <i>Perlitique</i> | 220-260 HB | 18-20 | 0,05 | 0,08 | 0,1 | 61-68 | 0,08 | 0,12 | 0,16 | 9-11 | 0,015 | 0,02 | 0,04 | 17-20 | 0,1 | 59-66 | 0,15 | FGL 400 |
| Fontes à G. Spéroïdal | <i>Ferritique</i> | 220-285 HB | 12-14 | 0,05 | 0,08 | 0,1 | 47-53 | 0,06 | 0,15 | 0,15 | 8-9 | 0,012 | 0,025 | 0,08 | 11-13 | 0,1 | 47-53 | 0,15 | FGS 600-3 |
| | <i>Ferritique</i> | 140-180 HB | 18-20 | 0,08 | 0,12 | 0,18 | 74-82 | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 11-13 | 0,012 | 0,025 | 0,05 | 18-32 | 0,15 | 82-92 | 0,15 | FGS 370-17 |
| Fontes Malléables | <i>A Cœur Blanc</i> | <180 HB | 30-34 | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 121-135 | 0,12 | 0,18 | 0,24 | 21-24 | 0,018 | 0,025 | 0,08 | 26-40 | 0,15 | 90-100 | 0,15 | MN 40-10 |
| | <i>A Cœur Noir</i> | 160-200 HB | 20-25 | 0,08 | 0,12 | 0,18 | 83-92 | 0,1 | 0,16 | 0,2 | 14-16 | 0,018 | 0,025 | 0,08 | 26-29 | 0,13 | 82-92 | 0,15 | MN 35-10 |
| | <i>Perlitique</i> | 200-260 HB | 16-20 | 0,08 | 0,1 | 0,12 | 59-66 | 0,08 | 0,1 | 0,15 | 11-13 | 0,018 | 0,025 | 0,08 | 18-20 | 0,1 | 59-66 | 0,15 | MP 60-3 |
| Aciers Fort ^{ent} Alliés | <i>Martensitique</i> | 45-65 | 20-23 | 0,05 | 0,08 | 0,1 | 73-80 | 0,05 | 0,1 | 0,15 | 13-15 | 0,012 | 0,018 | 0,04 | 16-18 | 0,12 | 77-86 | 0,15 | Z4CrNi18-10 |
| | <i>Austénitique</i> | 45-65 | 18-20 | 0,05 | 0,08 | 0,1 | 65-73 | 0,05 | 0,08 | 0,12 | 13-15 | 0,012 | 0,018 | 0,04 | 18-21 | 0,12 | 74-83 | 0,15 | Z8Cr13 |
| Aciers à Outils | <i>au Cr</i> | 70-90 | 11-13 | 0,05 | 0,08 | 0,1 | 47-53 | 0,06 | 0,1 | 0,13 | 9-10 | 0,012 | 0,013 | 0,04 | 6-7 | 0,1 | 79-55 | 0,1 | Z20Cr12 |
| | <i>au Cr+Mo+V</i> | 70-90 | 16-18 | 0,05 | 0,08 | 0,1 | 64-72 | 0,06 | 0,06 | 0,13 | 10-12 | 0,012 | 0,013 | 0,04 | 8-9 | 0,12 | 63-70 | 0,1 | Z40CrMoV5 |
| | <i>au Cr+W+V</i> | 70-90 | 13-15 | 0,04 | 0,05 | 0,08 | 54-60 | 0,04 | 0,06 | 0,09 | 9-10 | 0,012 | 0,013 | 0,04 | 7-8 | 0,1 | 45-50 | 0,1 | Z30WCrV15 |
| Laitons | <i>au Zn+Al</i> | 40-80 | 56-63 | 0,05 | 0,1 | 0,15 | 108-120 | 0,08 | 0,12 | 0,18 | 35-39 | 0,02 | 0,05 | 0,08 | 41-46 | 0,2 | 95-105 | 0,25 | CuZn19Al6 |
| | <i>à l'étain</i> | 16-24 | 31-35 | 0,04 | 0,08 | 0,12 | 72-80 | 0,05 | 0,1 | 0,15 | 16-18 | 0,02 | 0,05 | 0,08 | 20-23 | 0,15 | 48-53 | 0,12 | CuNi40Sn7 |
| Bronzes | <i>Cupro-Alu</i> | 40-70 | 25-28 | 0,04 | 0,08 | 0,12 | 63-70 | 0,05 | 0,1 | 0,15 | 16-18 | 0,02 | 0,05 | 0,08 | 18-20 | 0,15 | 42-46 | 0,12 | CuAl9Ni5Fe |
| | <i>Cupro-Nickel</i> | <260 HB | 13-15 | 0,05 | 0,08 | 0,1 | 42-47 | 0,05 | 0,08 | 0,1 | 6-7 | 0,02 | 0,05 | 0,08 | 11-13 | 0,15 | 31-35 | 0,12 | CuNi40Sn7 |
| Alliages d'Allu. | <i>au Cuivre</i> | <30 | 13-15 | 0,15 | 0,2 | 0,25 | 225-250 | 0,15 | 0,2 | 0,25 | 46-52 | 0,05 | 0,08 | 0,1 | 95-105 | 0,25 | 360-400 | 0,25 | AU4NT |
| | <i>au Magnésium</i> | <26 | 13-15 | 0,15 | 0,15 | 0,2 | 225-250 | 0,15 | 0,2 | 0,25 | 57-64 | 0,05 | 0,09 | 0,1 | 95-105 | 0,25 | 360-400 | 0,25 | AG3 |
| | <i>au Silicium</i> | <26 | 37-42 | 0,12 | 0,15 | 0,2 | 117-130 | 0,12 | 0,16 | 0,2 | 35-40 | 0,05 | 0,08 | 0,1 | 95-105 | 0,25 | 300-330 | 0,25 | AS10G |

**TABLEAU DES CONDITIONS DE COUPE
EN FRAISAGE & OPERATIONS ASSOCIEES
A EMPLOYER A L'ATELIER DE L'I.U.T. DE MANTES**

| | | Paramètres à choisir | | | Paramètres à afficher | Relations |
|----------|-----------------------------|--|-------------------------|-------------------------|---|--|
| | | Critères de choix | Valeurs | | | |
| FRAISAGE | Vc en m/min | Couple de matériaux | A.R.S. 20 à 30 | C.M. 100 à 200 | N _{machine} en tr/min, avec la valeur la plus proche de N _{théorique} disponible sur la machine | $N_{théorique} = \frac{1000.Vc}{\pi * \phi_{outil}}$ |
| | Conditions de lubrification | 15 à 25 | 100 à 150 | Aciers Fontes | | |
| | | Durée de vie (Section copeau, outil particulier) | 80 à 100 | 200 à 400 | All. alu | |
| | fz en mm/tr/dt | Etat de surface | 0,1 à 0,2 | 0,2 à 0,3 | Ebauche | $Vf_{théorique} = fz * Z * N_{machine}$ |
| | | Matériau de l'outil | 0,05 à 0,1 | 0,1 | Finition | |
| | | Section du copeau si a _p déjà donné | | | | |

Barre d'alésage : Pour des opérations de finition ou demi-finition, avec une partie active en A.R.S. (Acier rapide Supérieur) ou C.M. (Carbure Métallique) à tranchant unique, prendre les valeurs hautes de fraisage pour la vitesse de coupe et les avances de finition de fraisage.

Alésoir : Outil à tranchants multiples, voir le perçage avec Vc/2 et 2.f.

TABLEAU RECAPITULATIF DES PARAMETRES DE COUPE A EMPLOYER A L'ATELIER DE L'I.U.T.

| | | Paramètres à choisir | | | Paramètres à afficher | Relations |
|----------|----------------|---|--|---|------------------------------|---|
| | | Critères de choix | Valeurs | | | |
| TOURNAGE | Vc m/min | Couple de matériaux Conditions de lubrification Durée de vie (Section copeau, outil particulier) | A.R.S. 25 à 35 15 à 20 45 à 80 | C.M. 150 à 300 100 à 150 300 à 500 | Aciers Fontes All. alu | N _{machine} en tr/min, valeur la plus proche de N _{théorique} disponible sur la machine. $N_{théorique} = \frac{1000.Vc}{\pi * \phi_{u \sin \epsilon}}$ |
| | f mm/tr | Etat de surface Matériau de l'outil Section du copeau si a _p déjà donné | 0,1 à 0,3 0,05 à 0,1 | 0,2 à 0,4 0,1 à 0,2 | Ebauche Finition | f en mm/tr |
| FRAISAGE | Vc m/min | Couple de matériaux Conditions de lubrification Durée de vie (Section copeau, outil particulier) | A.R.S. 20 à 30 15 à 25 80 à 100 | C.M. 100 à 200 100 à 150 200 à 400 | Aciers Fontes All. alu | N _{machine} en tr/min, valeur la plus proche de N _{théorique} disponible sur la machine. $N_{théorique} = \frac{1000.Vc}{\pi * \phi_{outil}}$ |
| | fz mm/tr/dt | Etat de surface Matériau de l'outil Section du copeau si a _p déjà donné | 0,1 à 0,2 0,05 à 0,1 | 0,2 à 0,3 0,1 | Ebauche Finition | Vf _{machine} en mm/min, valeur la plus proche de Vf _{théorique} en supérieur si ébauche, en inférieur si finition. $Vf_{théorique} = fz * Z * N_{machine}$ |
| PERÇAGE | Vc m/min | Couple de matériaux Conditions de lubrification Durée de vie (Section copeau, outil particulier) | A.R.S. 20 à 30 15 à 25 40 à 80 | C.M. ~ 100 ~ 100 100 à 200 | Aciers Fontes All. alu | N _{machine} en tr/min, valeur la plus proche de N _{théorique} disponible sur la machine. $N_{théorique} = \frac{1000.Vc}{\pi * \phi_{outil}}$ |
| | f mm/tr | Matériau de l'outil Section du copeau Ø du foret | "Ø" ; ne pas dépasser 0,2 mm 100 | | | 2.f Voir perceuse |

Barre d'alésage : Pour des opérations de finition ou demi-finition, avec une partie active en A.R.S. (Acier rapide Supérieur) ou C.M. (Carbure Métallique) à tranchant unique, prendre les valeurs hautes de tournage pour la vitesse de coupe et les avances de finition de tournage.

Alésoir : Outil à tranchants multiples, voir le perçage avec Vc/2 et 2.f.