MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET DE LA TECHNOLOGIE

Direction Générale Des Études Technologiques

Institut Supérieur des Études Technologiques de Nabeul

Génie Mécanique

Cours interactif : Le tournage

Elaboré par

GARA Souhir

(Ingénieur de l'ENIT &Technologue à l'ISET de Nabeul)

Année universitaire 2015/2016

Définition

(J.BOHAN, 1998)

Le tournage est un procédé d'usinage permettant l'obtention des surfaces de révolution intérieures et extérieures, des surfaces planes ainsi que d'autres surfaces telles que celles obtenues par filetage…

Lien de la figure: http://www.transplanet.fr/boutique/info_produit.asp?num=20497#access3

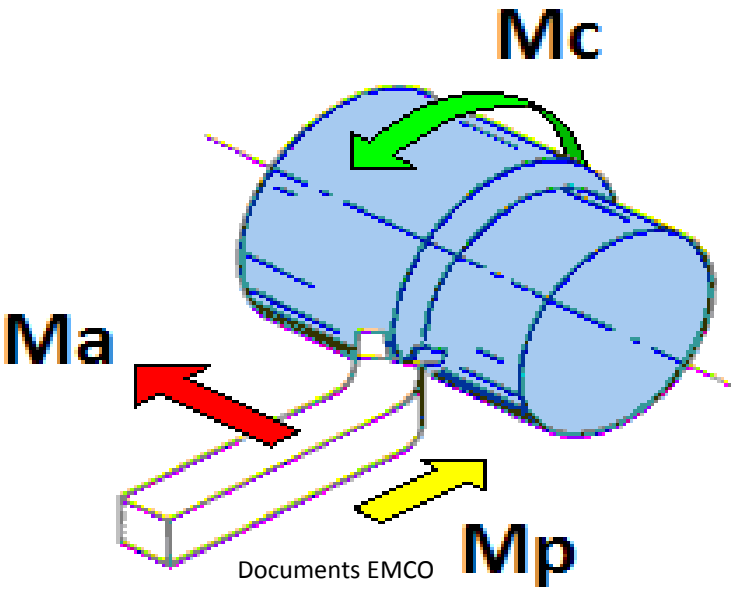
Mouvements pièce/outil

Pour engendrer une surface de révolution sur un tour parallèle, il faut appliquer à la pièce et à l'outil deux mouvements conjugués:

•à la pièce : un mouvement circulaire continu rapide donné par sa rotation:

il prend le nom de <u>Mouvement de coupe</u>

et est désigné par M_c,



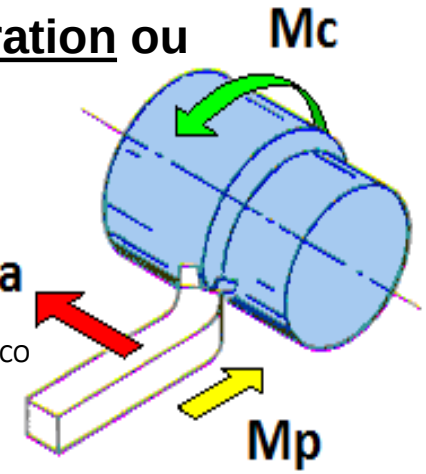
Documents EMCO

Mouvements pièce/outil

•à l'outil : un mouvement généralement rectiligne uniforme lent généré par sa translation. Il prend le nom de <u>mouvement d'avance</u> et est désigné par M_a *ou* M_f .

Pour que l'outil produise une surface par enlèvement de copeau, un réglage de position est nécessaire.

Ce troisième mouvement est appelé <u>mouvement de pénétration</u> ou prise de passe et est désigné par M_p.



Documents EMCO

Machine

Désignation **Tour**

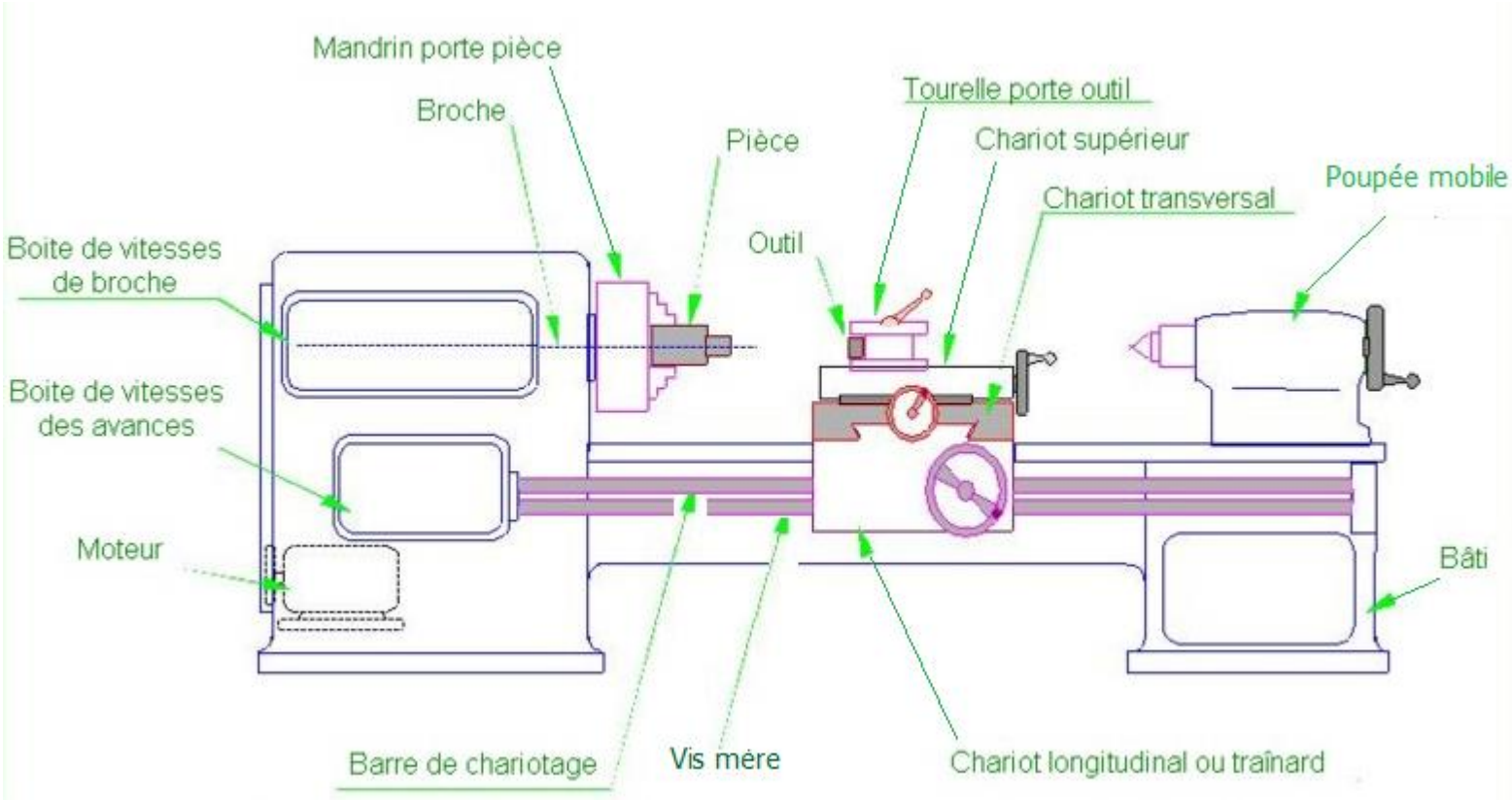
Catégories

Les tours parallèles réservés aux travaux unitaires et de petites séries.

Les tours spéciaux automatiques et semi-automatiques.

Machine

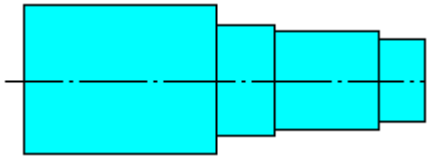
Composition (tour parallèle)



Lien de la figure: http://www.rocdacier.com/ressource.n.193/cours-sur-le-tournage-usinage.html

Pièce

Pièce brute → Pièce usinée



<u>Forme</u>

Cylindrique ≡ de révolution

<u>Matière</u>

<u>Dimensions</u>

Diamètre, longueur

<u>Forme, Matière & Dimensions</u>

Dessin de définition

OUTIL

Types

Outil

À plaquettes en carbure amovibles

En ARS

À plaquettes en carbure brasées

Lien: http://www.usinages.com/threads/filetage-dur-dur.46349/

Lien: http://www.taff-shop.com/fr/outils-de-tournage-et-de-tronconnage/porte-outils-ave-plaquettes-carbure/porte-outils-pour-plaquettes-mitsubishi-br-pclnr-l.html

Lien : http://www.ebay.fr/itm/Rotary-chisel-massivement-avec-aufgel-P20-Plaque-de-coupe-en-carbure-DIN-4971-/400877698792?var=&hash=item5d562c3ee8

Outil

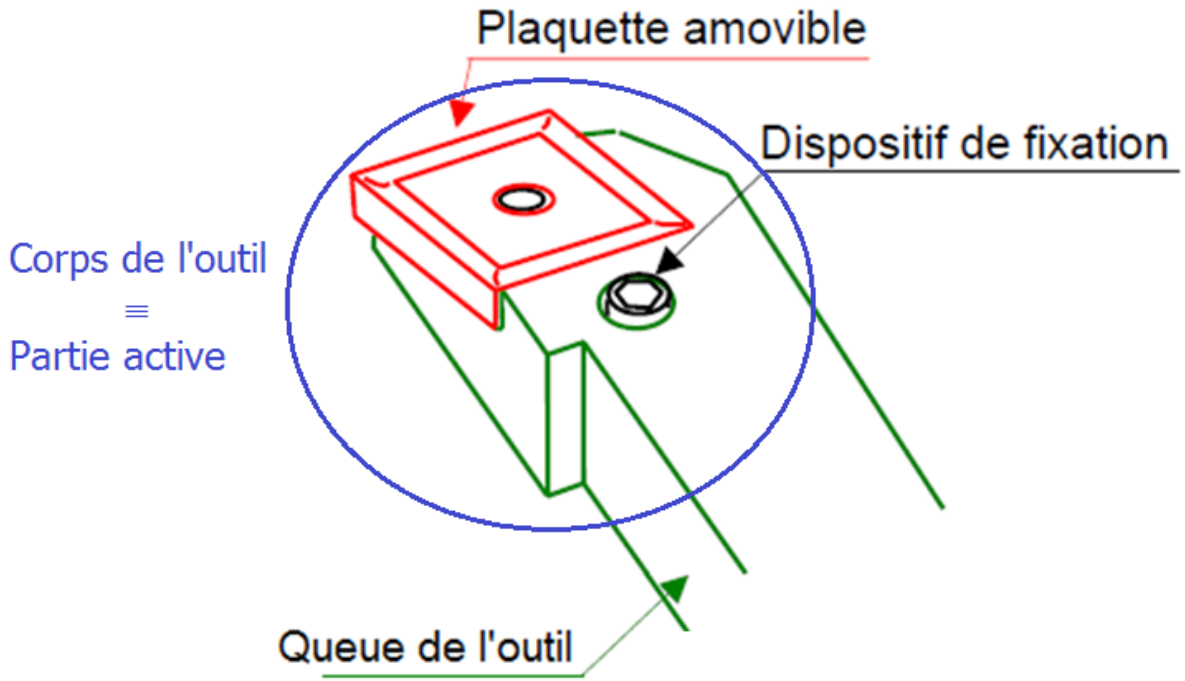
Composition

Un outil de coupe consiste en un corps et une queue. Un corps est la partie de l'outil portant les éléments coupants ou les plaquettes. La queue de l'outil est la partie par laquelle celui-ci est maintenu.

La partie de l'outil qui intervient directement dans l'opération de coupe (les arêtes, la face de coupe et les faces de dépouille) est appelée partie active

Outil

Composition



Lien de la figure:
http://bts.crsa.free.fr/Pages/Rendu/Tournage/Tournage/2_utilisation_du_tour_CE94/2_1_Les_operations_et_outils_de_tournage/operations_et_outils_de_tournage.html

OUTIL

Utilisation

•***Acier rapide*** **(noté ARS ou HSS) : Ces outils sont utilisés pour des petites séries. Leur utilisation est rentable pour les usinages engendrant des vibrations ou des chocs relativement importants à l'outil. Ils conviennent bien aux matériaux tel que l'aluminium, le laiton, le plastique…etc.**

Lien: http://www.usinages.com/threads/filetage-dur-dur.46349/

OUTIL

Utilisation

•***Les outils en carbure*:**

✓**Résistent mieux à l'usure**

✓**Résistent mieux à la température**

✓**Sont plus durs que les outils en ARS**

Lien: http://www.taff-shop.com/fr/outils-de-tournage-et-de-tronconnage/porte-outils-ave-plaquettes-carbure/porte-outils-pour-plaquettes-mitsubishi-br-pclnr-l.html

Lien : http://www.ebay.fr/itm/Rotary-chisel-massivement-avec-aufgel-P20-Plaque-de-coupe-en-carbure-DIN-4971-/400877698792?var=&hash=item5d562c3ee8

Outil

Caractérisation

Désignation

Dépend de sa forme

Matière

En ARS, carbure…etc

Dimensions

Diamètre (foret), angle (outil à charioter coudé)…etc

Qualification de l'outil

Quand l'outil est vertical, pointe vers le bas et face de coupe vers l'opérateur, trois cas se présentent:

•Si l'arête est à droite, l'outil est droit.

•Si l'arête est à gauche, l'outil est gauche.

•Si l'outil a deux arêtes symétriques ou une arête perpendiculaire à la direction de l'avance (exemple : outil pelle à plaquette triangulaire), l'outil est neutre.

Outil

Outils neutres

Outil droit

Outil gauche si l'opération d'usinage est un chariotage et droit s'il s'agit d'un dressage

Lien: http://www.quincaillerie.pro/produit/p176721/outil_a_fileter_a_droite_similaire_a_din_282_(iso_12)_p20_20_mm?utm_source=leguide&utm_medium=cpc

Lien: http://www.usinenouvelle.com/expo/outil-a-saigner-307-iso-7-p239774.html

Lien: https://www.orexad.com/outil-a-charioter-coude-302-iso-2/p-1624-0177205

Lien: http://www.vaco-france.com/outillage-metal/outils-tournage/porte-outils.htm

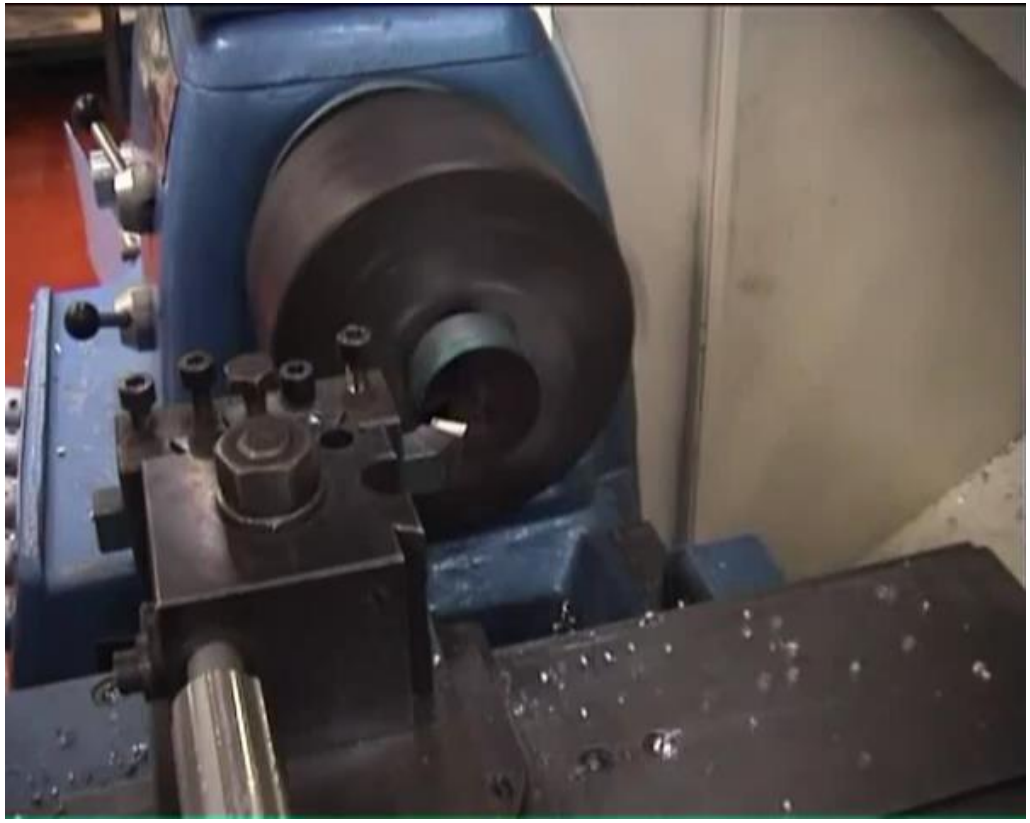
Opérations de tournage

Chariotage

Lien de la vidéo: https://www.youtube.com/watch?v=XGOmDci_RqA

Opérations de tournage

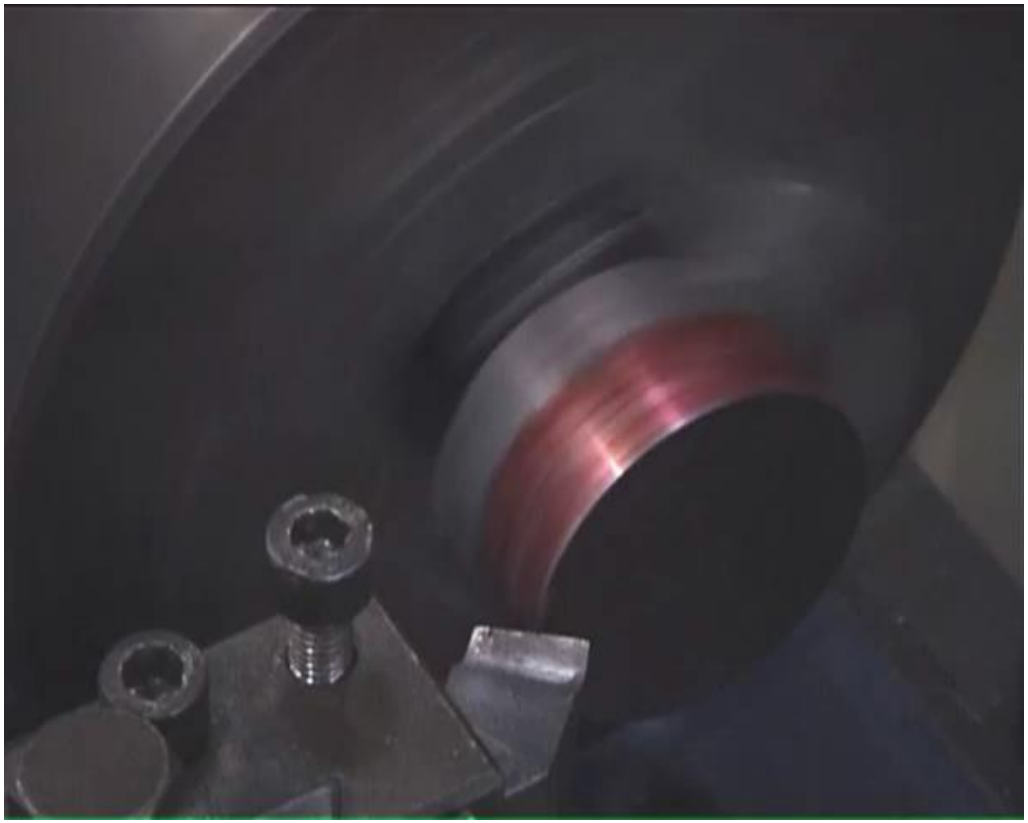
Dressage



Lien de la vidéo : https://www.youtube.com/watch?v=_h0LlkOoMBI

Opérations de tournage

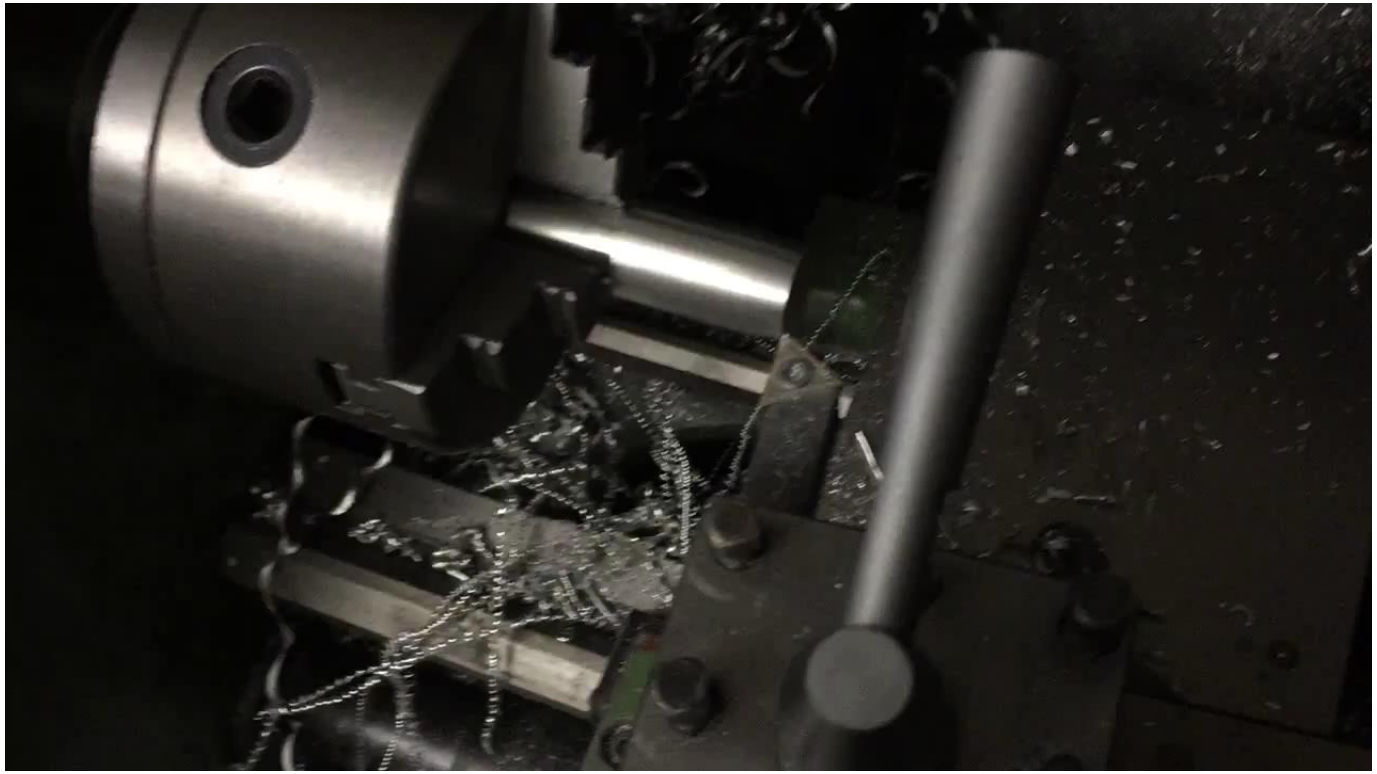
Chanfreinage



Lien de la vidéo : https://www.youtube.com/watch?v=-IwNx5L6gyc

Opérations de tournage

Tournage conique



Lien de la vidéo : https://www.youtube.com/watch?v=_SZ9GkPCxqA

Opérations de tournage

Filetage extérieur

Lien de la vidéo : : https://www.youtube.com/watch?v=lLZRWXYnl0U

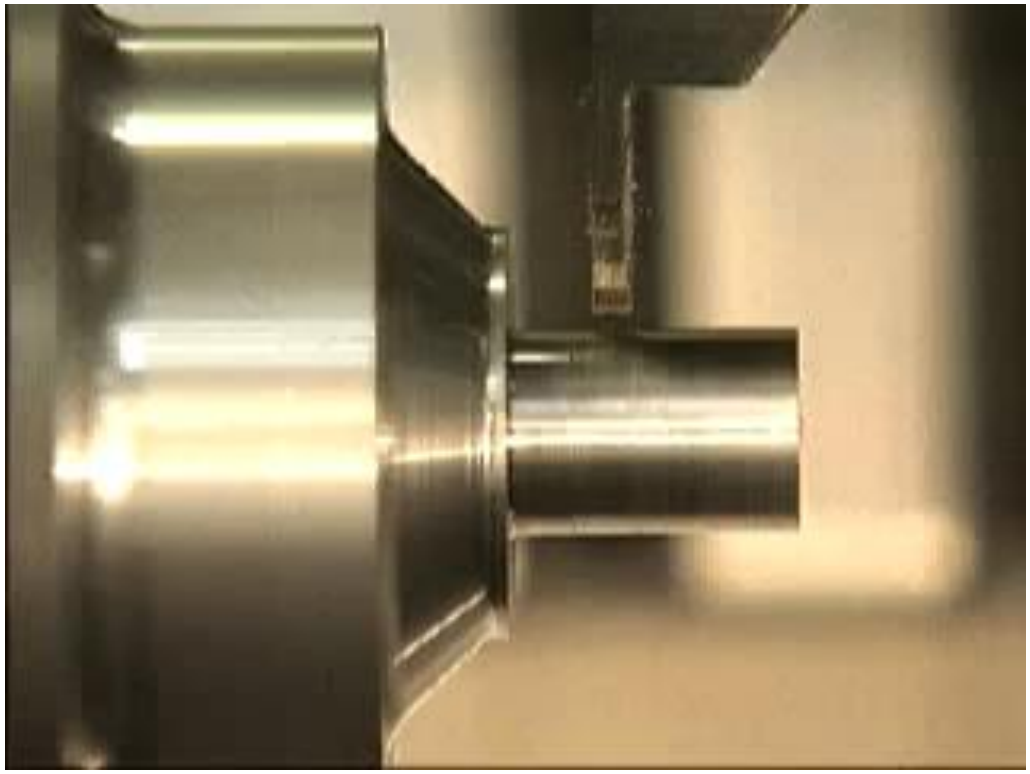
Opérations de tournage

Plongée extérieure

Lien de la vidéo : https://www.youtube.com/watch?v=lp066gyjQnY

Opérations de tournage

Tronçonnage



Lien de la vidéo : https://www.youtube.com/watch?v=YerNB1U5jc4

Opérations de tournage

Centrage

Lien de la vidéo : https://www.youtube.com/watch?v=qNJFRqBULUs

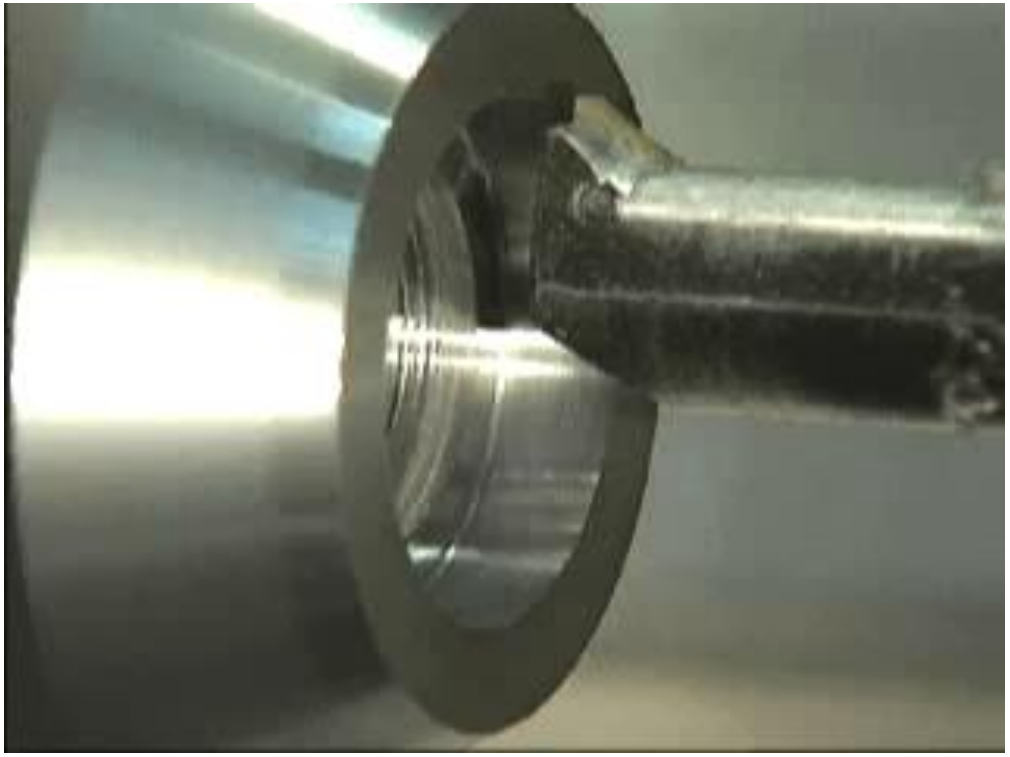
Opérations de tournage

Perçage

Lien de la vidéo : https://www.youtube.com/watch?v=1vhOxI9mdtY

Opérations de tournage

Alésage



Lien de la vidéo : https://www.youtube.com/watch?v=nobBZkDxHDI

Opérations de tournage

Plongée intérieure

Lien de la vidéo : https://www.youtube.com/watch?v=kaKqDJND0io

Opérations de tournage

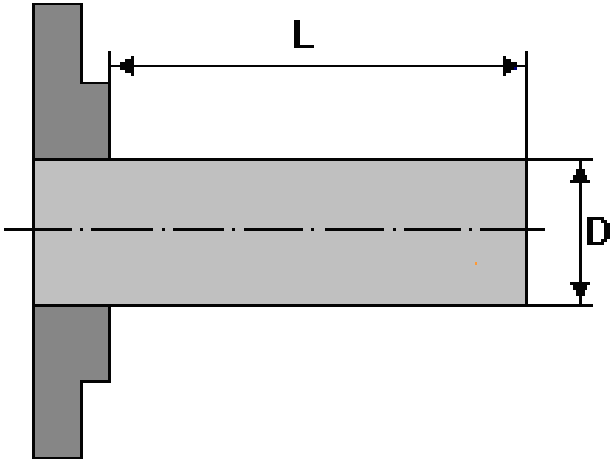
Taraudage

Lien de la vidéo : https://www.youtube.com/watch?v=e8g8BvASavs

Montage des pièces

Montage en l'air **: La mise en position de la pièce est assurée sur le porte pièce par une seule extrémité.**

Ce type de montages est utilisé pour le cas d'un maintien en position des pièces courtes (L≤2D).

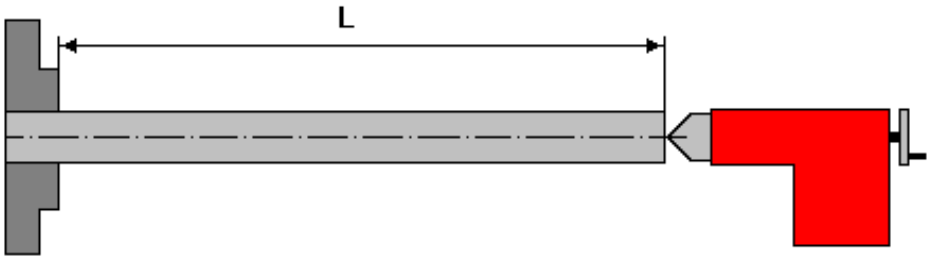


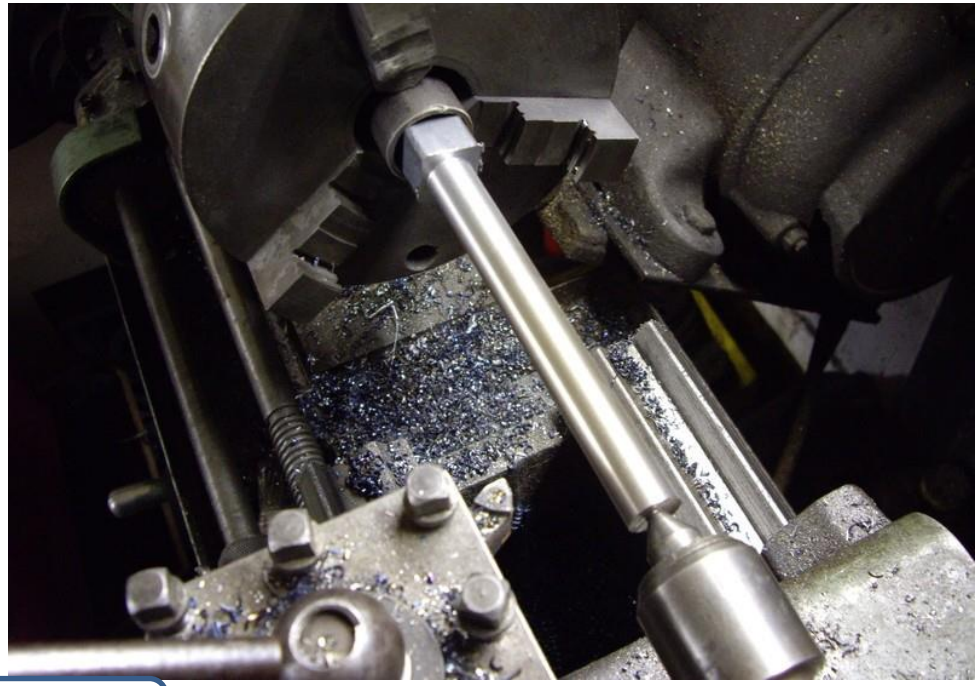
Montage des pièces

Montages mixte **: appelé encore montage entre mandrin et pointe; il assure à la pièce déjà tenue en l'air à une extrémité, un soutien à l'aide de la contre pointe à l'autre extrémité.**

Ce type de montages permet la réalisation de l'usinage des pièces relativement longues, il est établi dans le cas où 2D < L ≤ 8D.

L'inconvénient majeur de ce montage réside dans le fait qu'il n'autorise pas des travaux intérieurs.

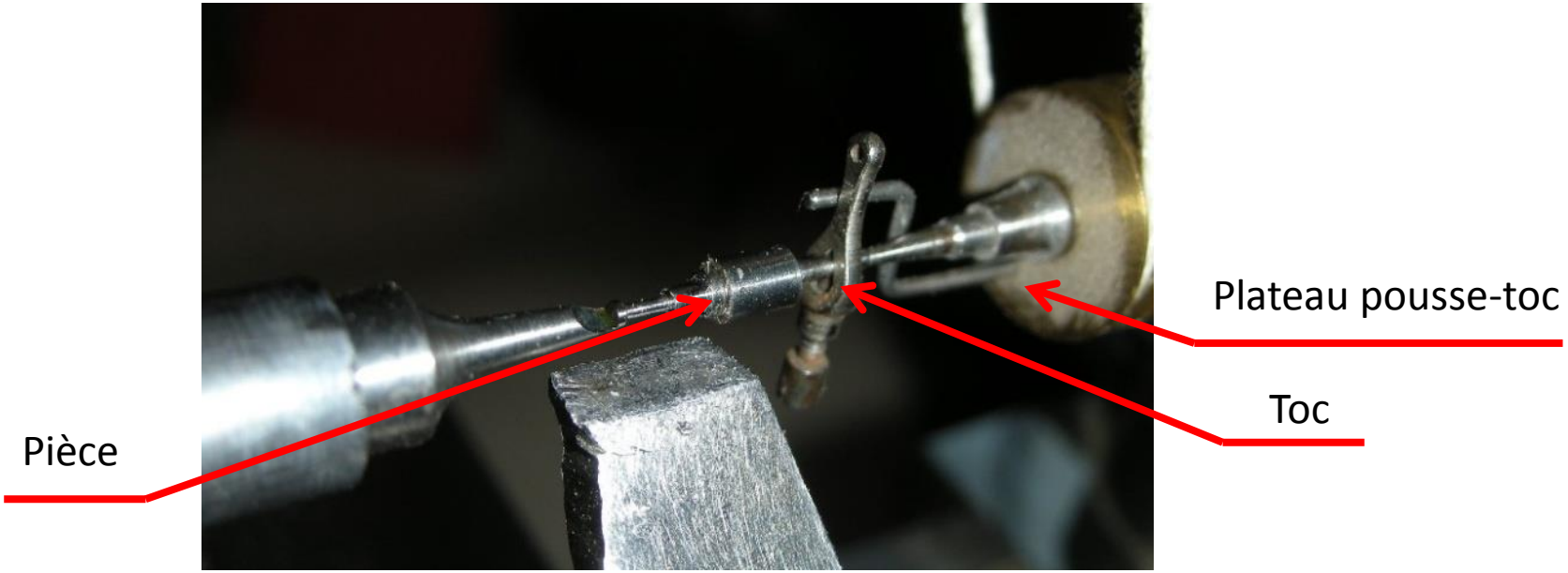




Lien: http://bts.crsa.free.fr/Pages/Rendu/Tournage/Tournage/2_utilisation_du_tour_CE94/2_2_isostatisme/isostatisme.html

Montage des pièces

Montage entre pointes **: La mise en position est assurée par deux pointes qui se logent dans les centres de la pièce et un toc pour l'entraînement de la pièce en rotation.**



Lien: http://forum.horlogerie-suisse.com/viewtopic.php?f=2&t=5907&start=15

Conditions de coupe

Pour une opération de tournage, les paramètres de coupe sont les suivants:

- **V_c : vitesse de coupe en m/min.**
- ***p* : profondeur de passe en mm (noté encore « a » ou « ap »).**
- ***f* : avance en mm/min.**

et les paramètres à régler sur la machine sont :

- ***f* : avance en mm/min.**
- ***N* : la vitesse de rotation de la pièce en tr/min.**

Conditions de coupe

La vitesse de rotation de la broche est réglée sur la boîte des vitesses en choisissant la valeur la plus proche de celle calculée selon la formule :

$$N = \frac{1000\ V_c}{\pi\ D}$$

Où *D* désigne le plus grand diamètre de contact outil/pièce en mm.

Conditions de coupe

Le choix de la vitesse de coupe dépend de plusieurs paramètres, à savoir:

•Le matériau de la pièce à usiner.

•L’opération de tournage.

•Le matériau de l’outil.

•La profondeur de passe.

Ce paramètre, ainsi que l'avance sont déterminés à partir d’un tableau récapitulant les différents facteurs cités ci-dessus.

Conditions de coupe

Les valeurs du tableau ont été définies dans le cas où:

- **Le couple outil/pièce est supposé rigide.**
- **La lubrification de l'arête de coupe est optimale.**
- **La nuance et la géométrie de l'outil sont adaptées à la nature du matériau à usiner.**
- **La durée de vie de l'outil est fixée à:**
  - ✓**90 minutes pour les outils en ARS.**
  - ✓**45 minutes pour les outils en carbure métallique.**

TABLEAU DES VALEURS INDICATIVES DES CONDITIONS DE COUPE EN TOURNAGE

Désignation			Chariotage (fig. 2 et 3)				Tronçonnage (fig. 4)								Filetage (fig. 5)		
Matières		Résistance (da N/mm²) ou Dureté HB	Outil A. R. S.		Outil carbure		Outil A. R. S.				Outil carbure				A. R. S.	Carbure	Exemples de nuances (N. F.)
			V90 de coupe avance f = a/10		V 45 de coupe avance f = a/8		V90	Avance par tour pour larg. de coupe			V 45	Avance par tour pour larg. de coupe			V m/min	V m/min	
			a : 3 à 5	a : 0,5 à 1	a : 3 à 5	a : 0,5 à 1	m/min	3	6	12	m/min	3	6	12			
Ac. à usinabilité améliorée	au Mn + S	35-50	55-60	65-75	205-225	270-300	45-50	0,05	0,08	0,1	135-150	0,15	0,20	0,15	16-20	65-130	13 MF 4
	Au Mn + S	60-80	40-45	55-65	155-175	180-200	34-38	0,05	0,08	0,08	105-120	0,15	0,20	0,15	16-20	65-130	35 MF 6
Aciers au carbone	C ≤ 0,25 %	45-60	35-40	45-50	144-160	180-200	32-36	0,05	0,06	0,06	105-120	0,15	0,20	0,12	16-20	65-130	XC 25
	C ≤ 0,45 %	60-76	28-31	37-41	127-130	155-175	25-28	0,05	0,05	0,05	80- 90	0,15	0,20	0,12	16-20	50-100	XC 42
	C ≤ 0,65 %	76-95	20-23	29-33	105-115	135-150	18-20	0,04	0,05	0,04	63- 70	0,10	0,15	0,08	13-16	65- 95	XC 65
	C ≤ 0,90 %	95-115	18-21	25-28	105-115	130-145	16-18	0,04	0,05	0,04	54- 60	0,10	0,12	0,08	13-16	65- 90	XC 80
Aciers alliés ≤ 5 %	au Cr + Mo	60- 76	32-36	41-46	130-145	162-180	23-25	0,05	0,06	0,06	72-80	0,10	0,15	0,10	16-20	50-90	18 CD 4
	au Cr + Mo	76- 95	22-25	29-33	105-115	135-150	16-18	0,04	0,05	0,04	58-65	0,10	0,15	0,08	13-16	65-95	35 CD 4
	au Ni + Cr	95-115	18-20	23-26	100-110	120-130	14-16	0,04	0,05	0,04	54-60	0,10	0,15	0,08	13-16	65-95	40 NCD 7
	au Cr	95-115	14-16	20-23	105-115	125-140	14-16	0,04	0,05	0,04	54-60	0,10	0,15	0,08	13-16	65-95	100 C 6
Fontes grises	Ferritique	120-150 HB	43-48	54-60	160-180	215-240	36-40	0,15	0,20	0,20	105-115	0,30	0,35	0,40	10-20	50-80	Ft 20
	Ferrit. Perlit.	190-220 HB	23-26	35-40	100-110	120-135	18-20	0,10	0,15	0,10	63- 70	0,20	0,25	0,20	10-20	50-80	Ft 30
	Perlitique	220-260 HB	16-18	25-28	80- 90	100-110	14-16	0,10	0,08	0,08	50- 55	0,15	0,20	0,12	10-20	50-80	Ft 45
Fontes G.S.	Ferritique	220-285 HB	16-18	22-25	60- 68	90-100	16-18	0,06	0,06	0,06	45- 50	0,10	0,12	0,10	10-20	50-80	FGS 600-3
	Perlitique	140-180 HB	45-50	54-60	180-200	225-250	36-40	0,15	0,20	0,15	105-115	0,15	0,20	0,15	10-20	50-80	FGS 370-17
Fontes mallé-ables	à cœur blanc	≤ 180 HB	45-50	54-60	195-215	240-265	50-56	0,10	0,15	0,10	155-175	0,10	0,12	0,10	10-20	50-80	MN 40-10
	à cœur noir	160-200 HB	29-33	38-43	115-130	180-200	22-25	0,10	0,10	0,10	65- 75	0,10	0,12	0,10	10-20	50-80	MN 35-10
	Perlitique	200-260 HB	18-21	26-30	65- 75	115-130	16-18	0,08	0,08	0,06	45- 50	0,10	0,12	0,10	10-20	50-80	MP 60- 3
Aciers inox	Martensitique	45-65	27-30	32-36	105-115	115-130	25-28	0,04	0,04	0,04	90-100	0,12	0,15	0,10	5-8	25-40	Z 6 CN 18-09
	Austénitique	45-65	34-38	41-46	155-175	175-195	27-30	0,05	0,05	0,05	95-105	0,12	0,15	0,10	5-8	25-40	Z 10 C 13
Aciers à outils	au Cr	70-90	13-15	63- 70	75- 85	75- 85	13-15	0,02	0,04	0,04	45-50	0,05	0,08	0,06	8-12	35-75	Z 200 C 12
	au Cr + Mo + V	70-90	22-25	110-125	135-150	135-150	17-20	0,04	0,05	0,04	58-65	0,10	0,15	0,08	8-12	35-75	Z 40 CDV 5
	au W + Cr + V	70-90	18-20	22- 25	90-100	110-125	16-18	0,04	0,05	0,04	54-60	0,10	0,15	0,08	8-12	35-75	Z 30 WCV 15
Laitons	au Zn + Al	40-80	90-100	105-125	220-225	250-280	73-82	0,12	0,15	0,05	135-150	0,15	0,18	0,18	16-50	80-150	U. Z19-A6
	à l'étain	16-24	35- 40	44- 50	80- 90	100-110	27-30	0,05	0,10	0,05	50- 56	0,05	0,08	0,12	16-50	80-150	U. E12 P
Bronzes	Cupro-alu.	40-70	32-36	39-43	90-100	120-130	25-28	0,05	0,10	0,05	45-50	0,05	0,10	0,12	16-50	80-150	U. A9 N5 Fe
	Cupro-nickel	≤ 260 HB	22-26	29-32	80- 90	100-110	18-20	0,05	0,08	0,10	45-50	0,08	0,10	0,12	8-15	15- 45	N. U40 E7
Alliages légers	au cuivre	≤ 30	220-250	290-330	> 1 000	> 1 000	180-200	0,05	0,08	0,10	360-400	0,05	0,05	0,10	100-130	100-200	A-U4NT
	au magnésium	≤ 26	180-200	220-250	> 1 000	> 1 000	140-160	0,05	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,08	0,10	0,10	100-130	100-200	A-G3
	au silicium	≤ 26	40- 45	45- 50	180-200	200-220	22- 25	0,05	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,08	0,05	0,10	30- 40	80-120	A-S10G

Lien: Précis méthode d'usinage, Dietrich.R, Garsaud.D, Gentillon.S, Nicolas.M, Edition Nathan/AFNOR

Conditions de coupe

Remarques

*** Pour une opération de dressage, il faut utiliser les mêmes paramètres de coupe du chariotage indiqués dans le tableau.**

*** En alésage, il faut corriger la valeur de la vitesse de coupe d'un facteur correcteur variable entre 0,5 et 0,75.**

Efforts et puissance de coupe

Efforts de coupe

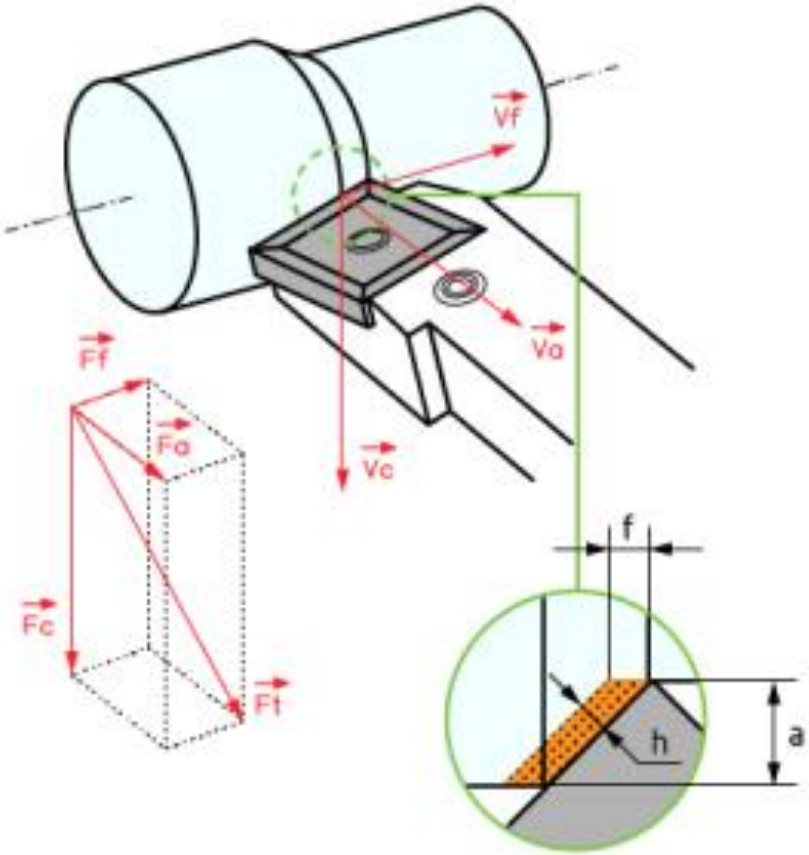
La résultante des efforts de coupe F_t (noté encore F_R) appliquée par l'outil sur la pièce a trois composantes:

•L'effort tangentiel de coupe F_c : c'est l'effort tangent à la surface usinée, il est parallèle à la vitesse de coupe,

•L'effort d'avance F_f : il est parallèle à la direction d'avance et

•L'effort de pénétration F_p : il est parallèle à la direction de la profondeur de passe.

Efforts et puissance de coupe



Lien: http://analyse-fabrication.univ-lille1.fr/co/ch4_5_1.html

Efforts et puissance de coupe

Fc est donné par l'expression suivante :

$$F_c = K_s \; f \; p$$

avec K_s : pression spécifique de coupe en N/mm² : il s'agit de la pression exercée par le copeau sur la surface de coupe. Elle est variable en fonction de l'avance et du matériau de la pièce à usiner

Efforts et puissance de coupe

Tableau récapitulant l'influence de la matière et l'avance sur K_s (donnée en daN/mm²)

Matière	*Avance « f » en mm/tr*			
	0,1	0,2	0,4	0,8
A34-A42	360	260	190	136
A50	400	290	210	152
A60	420	300	220	156

Puissance de coupe en tournage

En tournage, la puissance de coupe s'exprime comme suit :

$$P_c = \frac{F_c \, V_c}{60}$$

P_c : puissance de coupe en Watt.

V_c : vitesse de coupe en m/min.

F_c : effort tangentiel de coupe en Newton.

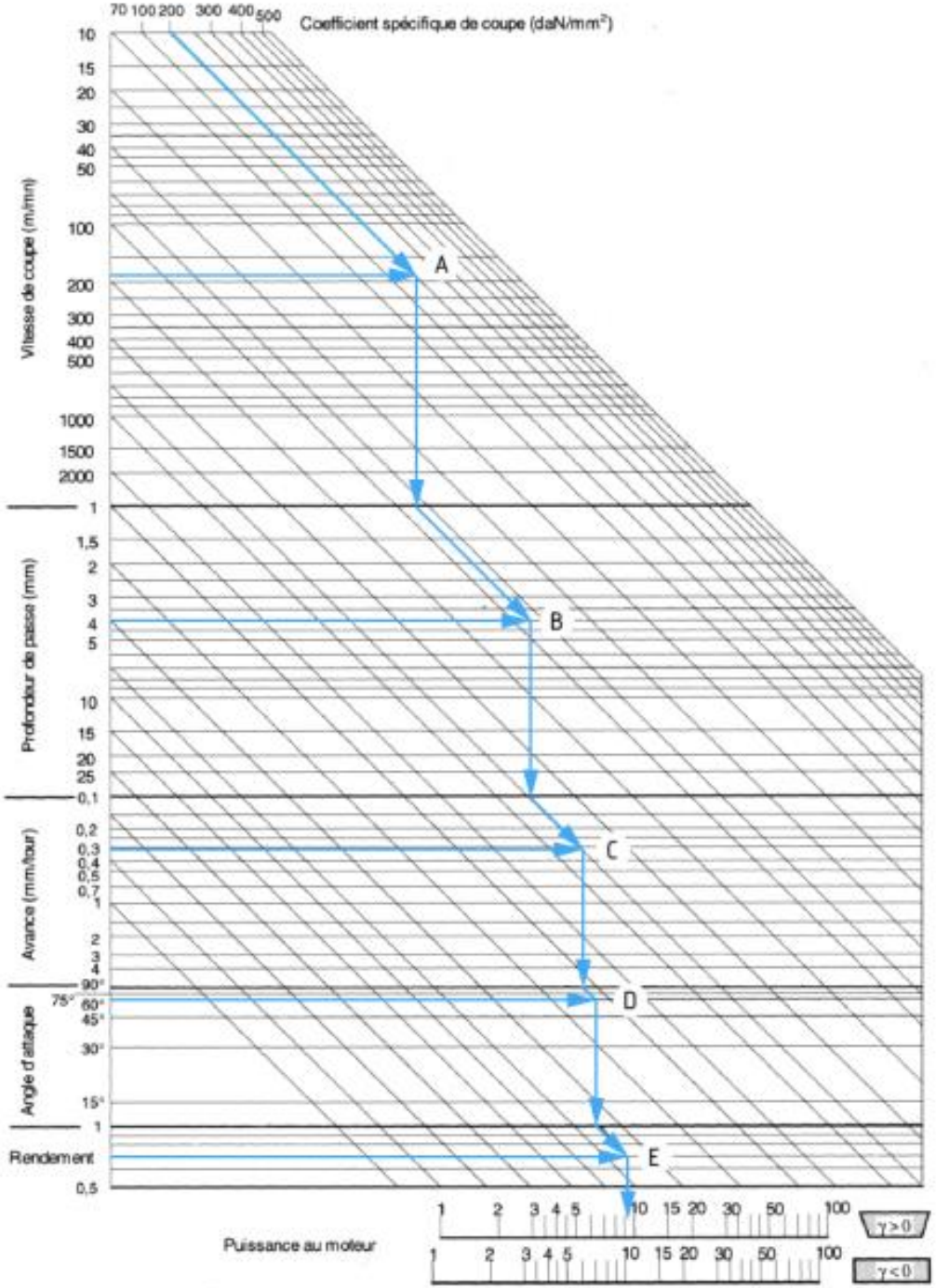
Efforts et puissance de coupe

La puissance consommée par le moteur est définie comme suit:

$$P_M = \frac{P_c}{\eta}$$

Où η désigne le rendement de la machine.

La puissance de coupe peut être déterminée expérimentalement d'après l'abaque



Lien: http://analyse-fabrication.univ-lille1.fr/co/exo_ch4_5_et_4_6_08.html

Gara Souhir

Calcul du temps de coupe

En tournage, le temps effectif de coupe « t_c » et le temps technologique de coupe « t_t » peuvent être calculés selon les expressions:

$$t_c = \frac{60L_u}{V_f} \qquad t_t = \frac{60L}{V_f}$$

Où L_u désigne la longueur usinée en mm et L la distance parcourue par l'outil (tenant compte des engagements et de dégagements).

Fin