

7/79

Ecole Nationale Polytechnique

DEPARTEMENT GENIE MECANIQUE
ECOLE N° 1 POLYTECHNIQUE
BIBLIOTHEQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

ATELIER DE FABRICATION
D'UNE CONTRE - POUPEE DE TOUR

9 PLANS

Proposé par : BIE

G. TKEMALADZE

Maitre Assistant

Etudié par :
DAHOUMANE Mohamed
et
BENLAMARA Lamri

Promotion Juin 1979

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

E.N.P.A U.S.T.A

PROJET de FIN D'ETUDES

.....
:CONTRE-POUPEE DE TOUR:
.....

Promoteur : Mr G.TKEMALADZE

Etudiants : BENLAMARA Lamri
DAHOUMANE Mohamed

Promotion : Juin 1979

R E M E R C I E M E N T S

Que Monsieur G. TKEMALADZE,
Maître-Assistant à l'Ecole Nationale Polytechnique, trouve ici
l'expression de notre reconnaissance ainsi que nos remerciements
les plus sincères pour les précieux conseils qu'il n'a cessé de
nous prodiguer tout au long de cette étude.

Nous tenons aussi à remercier **sincèrement**:

-Tous les professeurs et assistants qui ont
contribué de près ou de loin à notre formation.

Ainsi que :

-Monsieur LAKHDARI Mohamed
-Monsieur ADRAR Zahir

-Tous nos autres amis et tous ceux qui nous
ont aidé d'une manière ou d'une autre à mener
cette étude à son terme .

-----oooo0000\$0000oooo-----



DEDICACE
==oOo==

Je dédis ce travail

- A ma famille
- A mes Amis

qui ont donné le meilleur d'eux - mêmes afin que ma formation aboutisse.

==oOo==

BENLAMARA LAMRI

<u>SYMBOLE</u>	<u>S I G N I F I C A T I O N</u>	<u>UNITE</u>
P	Profondeur de passe	mm
a_b	avance de base	mm/tr
a_{lb}	" " longitudinale	mm/tr
$a+b$	" " Transversale	mm/tr
a	" calculée	mm/tr
ar !	" Choisie en fonction de la machine	mm/tr
a_{tr})	"	
a_{lr} !		
A	Avance	mm/mm
V_b	Vitesse de coupe de base	m /mm
V	Vitesse " " calculé	m /mm
V	" choisie en fonction de la machine	m /mm
n	Vitesse de rotation calculée	tr/mm
nr	" " " disponible sur machine	Pr/mm
$l_x l$	Section de l'outil	mm ²
Z	Nombre de dents	
r	Rayon du bec de l'outil	mm
r'	Nombre de raffutage	
Td	durée de l'outil entre 2 affutages	mm
CM	Carbure Métallique	
ARO	Acier rapide ordinaire	
DRS	" " Supérieur	
i	Nombre de passes	
h	Surepaisseur à enlever.	

INTRODUCTION

A l'aube de l'indépendance, l'industrie mécanique en Algérie se limitait à quelques ateliers de réparation, d'entretien ou d'assemblage qui assuraient des activités souvent vétustes.

L'Algérie dispose de nombreuses réserves en matières premières comme le fer, le manganèse, le tungstène et d'autres minerais; cela favorise le développement de la sidérurgie et de l'industrie de construction mécanique.

L'édification d'une industrie industrialisante s'est présentée aux dirigeants algériens comme la voie à adopter pour le développement rapide du pays.

En 1967 est née la SONACOME; elle avait pour mission de promouvoir l'industrialisation du pays dans le domaine mécanique. Elle se présente aujourd'hui comme un vaste ensemble industriel ayant réalisé durant les 2 plans quadriennaux 1970-77 un programme d'investissement de 5 milliards de dinars pour l'édification de 16 complexes industriels hautement intégrés.

Parmi ces complexes citons le complexe véhicules industriels de BOUEBA qui a produit 6000 camions pendant l'année 1978, le complexe moteurs, tracteurs de CONSTANTINE (capacité de production : 9500 moteurs / an et 5000 tracteurs/ an), le complexe machinisme agricole de Bel-Abbès (capacité de production : 20500 produits/an), l'unité ALMO de machines outils de OUED HAMMINE qui produit des fraiseuses, des tours, des perceuses, des étaux limeurs, des tourets doubles, des affuteuses... (capacité de production : 1200 machines/an.

D'autres complexes sont en construction ou en négociation ,
parmi lesquels le complexe carrosserie industrielle de TIARET , le complexe
compresseur compaction de AIN-SMARA, le complexe véhicules légères tout -
terrain d'Oran.

L'industrie mécanique étant une industrie de haute technicité,
elle exige de ce fait la formation de spécialistes en construction mécanique
(ingénieurs, techniciens supérieurs,...), le renouvellement permanent des
connaissances et l'acquisition des techniques modernes. C'est pourquoi nous
trouvons intéressant de faire un projet de fin d'études dans le domaine de la
fabrication mécanique. Le but de notre projet est d'installer un atelier de
capacité de production de 3000 contre - poupées par an . Le projet contient

134 pages, 9 dessins

NOTA

Si le nombre de pages s'élève à 134 ceci est dû au fait que le nombre de
tableaux de données de base est important:45tableaux.

I / METHODE

Dans les pages qui vont suivre nous allons décrire la méthode à appliquer en vue de faire notre projet de fin d'études. Cette méthode est valable pour tout projet de fabrication sur machines outils.

Les étapes constituant cette méthode sont les suivantes :

- 1°/ Choix des machines et des procédés d'usinage.
- 2°/ Etablissement de la gamme d'usinage.
- 3°/ Choix des régimes de coupe.
- 4°/ Calcul des temps de coupe, détermination des temps manuels et des temps d'arrangement , calcul des temps par pièce et d'exécution.
- 5°/ Calcul d'outillage.
- 6°/ Calcul de puissance des machines.
- 7°/ Calcul des effectifs
- 8°/ Manutention et sécurité.

II/ CHOIX DES MACHINES ET DES PROCÉDES D'USINAGE .

Les machines doivent être choisies afin que les deux conditions essentielles suivantes soient satisfaites :

- 1°/ les tolérances de forme , de dimension, d'état de surface , doivent être respectées.
- 2°/ Le prix de revient de l'usinage doit être minimisé , surtout dans la production de série pour laquelle l'économie d'argent réalisée sur une pièce est multipliée par le nombre de pièces de la série.

Il est évident que la première condition doit être satisfaite avant la seconde. Il ne sert à rien de réduire le prix d'une pièce si celle-ci doit être rebutée.

Dès lors, le choix des machines doit être conduit méthodiquement :

- 1°/ Faire l'inventaire complet des machines disponibles qui paraissent capables de réaliser les surfaces considérées :
- 2°/ Eliminer les machines qui ne permettent pas de respecter les spécifications et tolérances concernant les surfaces considérées.
- 3°/ Choisir finalement la machine qui permet d'obtenir le prix de revient minimal.

Pour chaque type de machine utilisée nous indiquons l'ordre de grandeur de la précision dimensionnelle et l'état de surface à obtenir dans des conditions normales de réalisation.

Principales caractéristiques techniques des machines-outil utilisées

Machine Outil	N°	Type et pays d'origine	Nb de Vitesses	Gamme de Vitesses (tr/mn)	Nb Avances	Gamme Avances (mm/mn)	Encombrement (mm x mm)	P (KW)
Fraiseuse Verticale	1	6 H 13 (U R S S)	18	63 - 1500	18	23,5 - 1180 (mm/mn)	2575 x 2170	10
Machine Duplex	2	F Z W D 160 x 1000 (R D A)		224/280 56/71 90/112 140/180	-	15 - 800 (mm/mn) Continues	3100 x 3100	2 x 7,5
Fraiseuse Horizontale	3	6 H 83 (U R S S)	18	63 - 1500	18	23,5 - 1180 (mm/mn)	2370 x 3040	10
Fraiseuse Verticale à commande numérique à changeur automatique d'outils	4	M C 232 H.E.S. (FRANCE)	12	32 - 1600	-	16 - 840 (mm / mn) Continues	4800 x 2500	13
Aléseuse	5	N° 2621 (U R S S)	18	38 - 2000	18	0,013 - 4 (mm / tr)	5070 x 2250	15

PROCEDES ET MACHINES A UTILISER	QUALITE DIMENSIONNELLE	RUGOSITE Ra EN MICRONS
TOURS		
a) Tour parallèle classique	7	0,8
b) Tour revolver	9 à 8	3,2 à 1,6
c) Tour semi - automatique	8 à 7	1,6
d) Tour à outils multiples	8 à 7	1,6
e) Tour vertical	8 à 7	1,6
f) Tour avec appareil à copier	8 à 7	1,6
g) Tour automatique monobroche ou multibroche	9 à 7	3,2 à 1,6
h) Tour parallèle à commande numérique....	8	1,6
FRAISEUSES		
a) Fraiseuse verticale.....	7	1,6
b) " horizontale.....	7	1,6
c) " universelle.....	7	1,6
d) " à reproduire	8	1,6
e) " à commande numérique.....	8	1,6
f) " Duplex.....	7 à 8	1,6
g) " multibroche.....	7	1,6
ETAUX LIMEURS	8	1,6
RABOTEUSES	8 à 7	1,6
BROCHEUSES	7	0,8 à 0,4
PERCEUSES		
a) Perceuse sensitive d'etabli.....	au foret 11 à 1° alesoir 7	3,2 0,8
b) Perceuse à colonne.....	"	"
c) Perceuse à montant.....	"	"
d) Perceuse radiale.....	"	"
e) Machine à pointer	6 où 5	0,8 à 0,4
ALESEUSES		
a) Aleseuse monobroche.....	7	0,6 à 0,8
b) " multi - têtes	7 6	0,8 à 0,4
MACHINES DE FILETAGE		
a) Tour parallèle	8	1,6 à 0,8
b) Filière.....	9	1,6
c) Machine à fraise plate	7	0,8
d) Machine à fraises multiples.....	8	0,8
e) Par roulage	7	0,4 à 0,2
MACHINES DE TAILLAGE		
a) Fraise plate au module	7	1,6 à 0,8
b) Fraise mère ou vis fraise	7	1,6 à 0,8

PROCEDES ET MACHINES A UTILISER	QUALITE DIMENSIONNELLE	RUGOSITE Ra EN MICRONS
c) Pignon couteau ou outil-pignon FELLOWS d) Outil cremaillere MAAG e) Rectifieuse d'engrenages..... f) Machine à raser les dentures (SHAVING).....	7 7 6 à 5 6 à 5	0,8 0,8 0,4 à 0,2 0,4 à 0,2
<u>MACHINES SPECIALES</u>	selon techniques	
a) Machine speciale à tête multiples.....	d'usinage..... 9 à 6	3,2 à 0,4
b) Machines à transfert rectiligne ou circulaire	9 à 6	3,2 à 0,4
<u>RECTIFIEUSES</u>		
a) Rectifieuse plane.....	6 à 4	0,4 à 0,2
b) " " à plusieurs têtes orientables	6 à 5	0,4
c) Rectifieuse de revolution interieure ou exterieure.....	6 à 5	0,4 à 0,2
d) Rectifieuse sans centre	6 à 5	0,4 à 0,2

TABLEAU DONNANT LA RUGOSITE R_a OU R_z SELON LA CLASSE DE RUGOSITE
ET LE SIGNE DE FAÇONNAGE.

Classe de Rugosité.	RUGOSITE R_a OU R_z EN MICRON.		SIGNE DE FAÇONNAGE	
	R_a	R_z	NORME SOVIETIQUE	
			roct 2-309-68	roct 2.309-73
1	-	320 à 160	▽ 1	R_z 320 ✓
				R_z 250 ✓
				R_z 200 ✓
2	-	160 à 80	▽ 2	R_z 160 ✓
				R_z 125 ✓
				R_z 100 ✓
3	-	80 à 40	▽ 3	R_z 80 ✓
				R_z 63 ✓
				R_z 50 ✓
4	-	40 à 20	▽ 4	R_z 40 ✓
				R_z 32 ✓
				R_z 25 ✓
5	-	20 à 10	▽ 5	R_z 20 ✓
				R_z 16 ✓
				R_z 12,5 ✓

CLASSE DE RUGOSITE.		RUGOSITE R_a OU R_z EN MICRON.		SIGNE DE FAÇONNAGE	
		R_a	R_z	NORME SOVIETIQUE	
				roct 2.309-68	roct 2.309-73.
6	a	2,5 à 2,0	-	▽ 6	2,5 ▽
	d	2,0 à 1,6	-		2,0 ▽
	b	1,6 à 1,25	-		1,6 ▽
7	a	1,25 à 1,0	-	▽ 7	1,25 ▽
	d	1,0 à 0,80	-		1,0 ▽
	b	0,80 à 0,63	-		0,8 ▽
8	a	0,63 à 0,50	-	▽ 8	0,63 ▽
	d	0,50 à 0,40	-		0,5 ▽
	b	0,40 à 0,32	-		0,4 ▽
9	a	0,32 à 0,25	-	▽ 9	
	d	0,25 à 0,20	-		
	b	0,20 à 0,16	-		
10	a	0,160 à 0,125	-	▽ 10	0,16 ▽
	d	0,125 à 0,100	-		0,125 ▽
	b	0,100 à 0,080	-		0,10 ▽
11	a	0,080 à 0,063	-	▽ 11	0,08 ▽
	d	0,063 à 0,050	-		0,063 ▽
	b	0,050 à 0,040	-		0,05 ▽
12	a	0,040 à 0,032	-	▽ 12	0,040 ▽
	d	0,032 à 0,025	-		0,032 ▽
	b	0,025 à 0,020	-		0,025 ▽

CLASSE DE RUGOSITE	RUGOSITE R_a OU R_z EN MICRON.		SIGNE DE FAÇONNAGE	
	R_a	R_z	NORME SOVIETIQUE	
			roct 2-309-68	roct 2.309-73
13	-	0,100 à 0,080	▽ 13	R_z 0,10 ✓
	-	0,080 à 0,063		R_z 0,08 ✓
	-	0,063 à 0,050		R_z 0,063 ✓
14	-	0,050 à 0,040	▽ 14	R_z 0,05 ✓
	-	0,040 à 0,032		R_z 0,04 ✓
	-	0,032 à 0,025		R_z 0,032 ✓

PRECISION D'USINAGE ET ETAT DE SURFACE :

Le principe d'interchangeabilité des pièces exige une précision d'usinage caractérisée par la correspondance entre les cotes et formes réelles de la pièce et celles indiquées sur le dessin. Elle est indiquée par un intervalle de tolérance (un maxima et un minima) qui dépend du type d'ajustement.

En U.R.S.S. il y a 10 classes de précision : de 1 (plus précise) à 9 (moins précise).

Le tableau suivant donne la correspondance avec la qualité dans le système ISA.

CLASSE DE PRECISION SOVIETIQUES.	1	2	2 _a	3	3 _a	4	5	7	8	9
Qualité norme I S A	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

ETATS DE SURFACES REALISABLES PAR LES
PRINCIPALES TECHNIQUES DE PRODUCTION.

	VALEURS NORMALEMENT REALISEES.		VALEURS - INCERTAINES				
	50	12,5	3,2	0,8	0,2	0,05	
RUGOSITE Ra EN MICRONS.	25	6,3	1,6	0,4	0,1	0,025	
Moulage sable manuel		---					
Moulage sable mécanique			---				
Moulage en coquille ou sans pression.				---			
Matriçage, estampage (à chaud.)			---				
Laminage à chaud.							
Sciage.							
Rabotage.							
Brochage.						---	
Fraisage outil AR ou CM.							
Tournage outil AR ou CM							
Tournage outil diamant, ceramique.						---	
Alesage - outil AR ou CM.							
Perçage avec tous forêts.							
Taillage des engrenages							
Alesage outil diamant, ceramique.						---	
Rectification grain 40 à 120.						---	
Rectification fine grain 120 à 400							---
Superfinition.							---
Rodages divers (honning -Lapping).							---

ETABLISSEMENT DE LA GAMME D'USINAGE

Pour être réalisé dans les meilleures conditions de précision et d'économie (prix de revient minimal du produit fini), l'usinage d'une pièce doit être précédé d'une étude fixant la gamme de fabrication à suivre laquelle précise l'ordre des phases, sous-phases, et opérations, la machine, les outils de coupe, les supports de pièce, les instruments de contrôle et le liquide d'arrosage.

La phase constitue l'ensemble du travail exécuté à un même poste de travail. Elle comporte une ou plusieurs sous-phases.

La sous-phase désigne ^{le} travail exécuté sans démontage de la pièce. Elle comporte une ou plusieurs opérations.

L'opération désigne tout travail exécuté sur une même surface de la pièce sans ~~démontage~~ de la pièce et changement de l'outil.

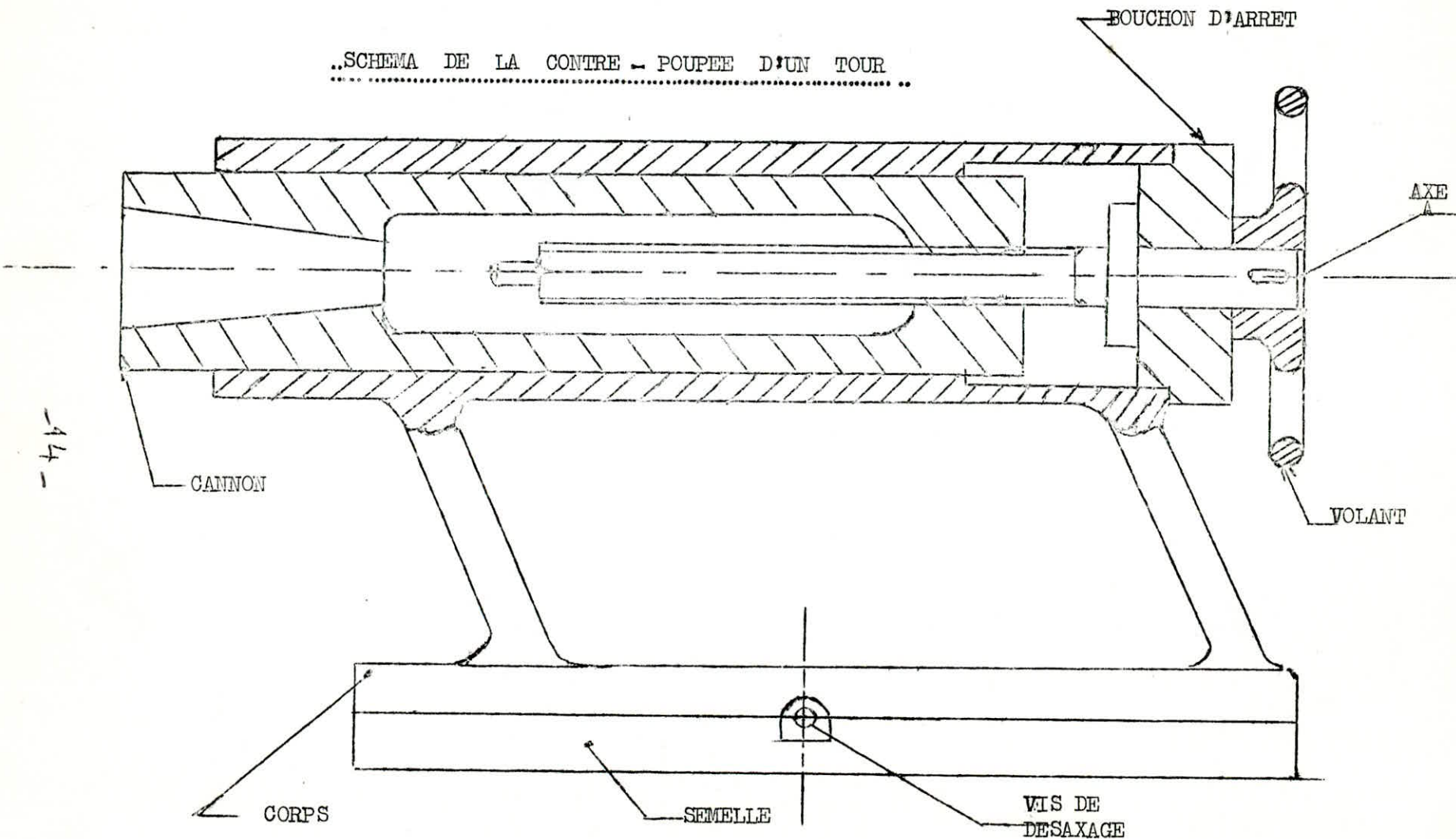
Les surfaces de départ sont des surfaces brutes de la pièce servant à sa mise en position sur la machine en vue de l'usinage de surfaces de référence .

Les surfaces de référence sont les surfaces de la pièce qui sont en contact avec les appuis , butées et centrages. Le choix des surfaces de référence est fondamental; il doit faciliter le respect des tolérances dont sont affectés les cotes .

La pièce à usiner doit être liée à la table de la machine ou à un support fixé sur cette table , par des dispositifs d'ablocage créant des obstacles ou des forces d'adhérence s'opposant efficacement à son déplacement ou à sa déformation sous l'action de l'outil.

Cette action doit être déterminé pour chaque mode d'usinage afin de déterminer la position correcte des organes d'ablocage.

..SCHEMA DE LA CONTRE - POUPEE D'UN TOUR ..



Nature des pièces à usiner et fonctions de la contre-poupée.

Pièces à usiner:

Le corps de contre-poupée est en fonte grise Ft 25 ,matériau se moulant bien,résistant à la compression,peu oxydable,s'usinant bien, de faible coefficient de frottement.(HB=200 , R= 25 daN/mm²)

Le bouchon d'arrêt de contre-poupée est lui aussi en fonte grise Ft 25.

Le canon de contre-poupée (ou fourreau) et l'axe sont en acier non allié XC 38 spécial pour trempe à l'eau à faible pénétration de trempe et trempe superficielle (HB>190 , R = 65 Kg/mm²)

Fonctions de la contre-poupée:

1) Manoeuvre de la contre-poupée.

L'axe commandé par volant à main fait avancer ou reculer le canon de contre-poupée en direction de la poupée .En fin de la course retour du canon de contre-poupée la vis appuie sur l'arrière de la contre pointe et décolle celle-ci de son logement (cone MORSE). Le réglage de la distance entre pointes se fait par déplacement de la semelle sur le banc(approximatif) puis par coulissement du canon de contre-poupée dans le corps(définitif).

Pour permettre l'exécution de longs cones à faible angle au sommet le corps est réglable en désaxage par rapport à l'axe du tour.

2) Montage d'outils sur la contre-poupée.

Des outils montés à la place de la contre-pointe,peuvent percer,alésor,lamer,tarauder.Un seul mouvement est possible,celui parallèle à l'axe du tour,en direction du nez de broche.

METHODE D'EXPLOITATION DE CHAQUE CHAPITRE

Pour mieux exploiter les chapitres et pour aider à une bonne compréhension de chacun d'eux, nous nous efforcerons à donner d'une manière générale:

1°) -Une entrée en matière.

2°) -Les tableaux des données ou formulaires.

3°) -Les calculs détaillés pour quelques opérations afin de mieux comprendre les résultats des tableaux qui suivent.

4°) -Les tableaux récapitulatifs qui comportent tous les résultats des calculs avec les données nécessaires.

.....
 : REGIMES DE COUPE :

En tournage, on choisit la forme de la face d'attaque les angles caractéristiques, et la section de l'outil d'après les tableaux (20 à 32) (après le choix des régimes de coupe l'outil sera vérifié à la résistance et à la rigidité).

En perçage, défonçage, alésage à l'alesoir, les dimensions de l'outil sont imposées par celles du trou (diamètre et profondeur).

En fraisage en bout on choisit une fraise de diamètre d'environ égal à 1,5 fois la largeur B de fraisage ($D = 1,5 B$).

CHOIX DES ELEMENTS DE COUPE (p, a, et v)

Nous disposons de tableaux donnant les différents éléments de coupe, notamment les avances et vitesses de coupe et leurs différents coefficients de correction. Ces tableaux sont tirés de manuels soviétiques entre autres les polycopiés traduits par M^r G. TKEMALADZE et déposés au département de mécanique.

La profondeur de passe (p) : Est déterminée par la nature du métal travaillé, ses caractéristiques mécaniques et les surepaisseurs à enlever en vue d'arriver à la dimension désirée.

En tournage, il est admis que la profondeur de passe est de 2 à 8 mm pour l'ébauche, 1,0 mm pour la demi-finition et 0,5 mm pour la finition. En alésage à l'alesoir, la quantité de matière à enlever sur le rayon varie de 0,1 à 0,5 mm suivant le diamètre d'alésage. En rectification la profondeur de passe est de l'ordre de 0,02 mm à l'ébauche, 0,009 mm à la rectification intermédiaire et 0,006 mm à la finition.

L'avance: est choisie dans les tableaux donnant l'avance pour le genre d'opération considérée (tournage, perçage, fraisage,...). On prendra une valeur intermédiaire a_b dans l'intervalle proposé. Cette valeur sera corrigée par la coefficient de correction de l'avance K_{Ma} relatif au métal travaillé.

$$a = a_b \times K_{Ma}$$

L'avance réelle du travail a_r sera celle disponible sur la machine et telle que $a_r \leq a$.

La vitesse de coupe: De même que l'avance, la vitesse de coupe est choisie dans le tableau donnant la vitesse de base V_b pour le genre d'opération considérée. On prendra une valeur V_b correspondant à l'avance réelle adoptée. Cette valeur sera corrigée par les différents coefficients de correction nécessaires suivant les différents facteurs à considérer:

K_{EV} Coefficient relatif à l'ébauche.

K_{MV} " " la matière à usiner

K_{DV} " " la durée de l'outil

K_{V1} " " en tournage des alésages

K_{V2} " " au dressage des surfaces

K_{CV} " " à l'angle de direction \hat{O} de l'outil

K_{aV} " " l'arrosage.

$$V = V_b \times K_{EV} \times K_{MV} \times K_{DV} \times K_{V1} \times K_{V2} \times K_{CV} \times K_{aV}$$

Le nombre de tours par minute n correspondant à une vitesse V m/min pour un outil ou une pièce de diamètre D mm s'exprime par:

$$n = \frac{1000 V}{\pi D}$$

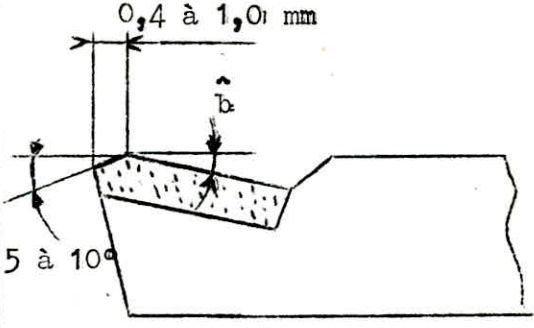
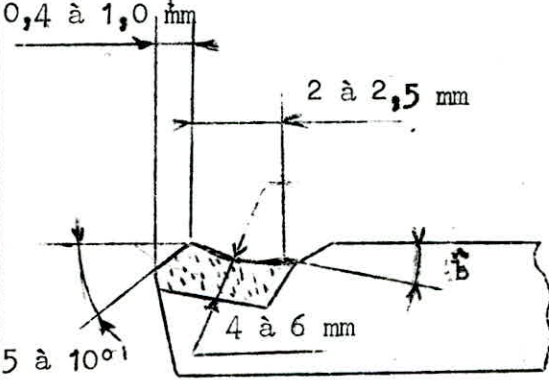
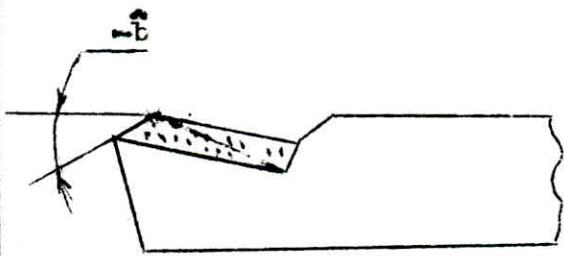
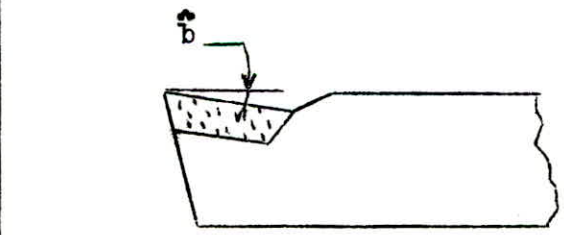
La vitesse de rotation réelle n_r sera celle disponible sur la machine et telle que $n_r \leq n$ la vitesse réelle de coupe V_r sera:

$$V_r = \frac{\pi D n_r}{1000}$$

Après le choix de D , a et V , on doit vérifier si la machine de puissance N convient pour le travail envisagé avec les conditions de coupe choisies et éventuellement modifier celles-ci.

Nous avons réservé un chapitre à part (VI) pour le calcul des puissances et efforts de coupe

FORMES DE FORCE D'ATTAQUE

FORME	CROQUIS	CHAMPS D'UTILISATION.
<p>I/ Plate avec le chanfrein</p>		<p>Tous les outils pour les aciers.</p>
<p>II/ De rayon avec le chanfrein.</p>		<p>Tournage extérieur et intérieur des aciers les creux facilite l'écoulement du copeaux.</p>
<p>III/ Plate négative.</p>		<p>Tournage d'ébauche extérieur et intérieur des aciers à haute résistance (R 100 Kgf/mm²) et des aciers moulés couverts d'une croûte , ou encrassés par du sable de moulage. Tournage intermittent.</p>
<p>IV / Plate sans chanfrein.</p>		<p>Tous les outils pour les fontes.</p>

VALEURS OPTIMALES DES ANGLES DE DÉPOUILLE \hat{a} ET D'AFFUTAGE \hat{b} LORS DU TOURNAGE.

MATIERE USINEE	C.M (Carbure Metallique).			AR (acier rapide)		
	Angle de dépouille \hat{a}		angle d'affu- tage. \hat{b}	angle de dépouille \hat{a}		angle d'affutage \hat{b}
				dégros- sissage.	Fin- tion.	
1 Acier au carbone ($R \leq 60 \text{ Kgf/mm}^2$).	8	12	12-15	6 6	12	25
2/ ACIER ALLE ($R \leq 80 \text{ Kgf/mm}^2$)	8	12	10	6	12	20
3/ ACIER MOULE ($R \leq 100 \text{ Kgf/mm}^2$)	8	12	10			
4/ FONTE GRISE	6	10	5			

VALEURS OPTIMALES DE L'ANGLE DE DIRECTION \hat{c} .

CONDITIONS DE COUPE		ANGLE DE DIRECTION \hat{c}
1	TOURNAGE DE L'ACIER AVEC LA PROFONDEUR DE COUPE FAIBLE DANS LES CONDITIONS DU SYSTEME MPO TRES RIGIDE.	10 - 30
2	TOURNAGE DE L'ACIER DANS LES CONDITIONS DU SYSTEME MPO RIGIDE.	45
3	ALESAGE DE L'ACIER DANS LES CONDITIONS DU SYSTEME MPO MOINS RIGIDE.	60
4	ALESAGE DE LA FONTE DANS LES CONDITIONS DU SYSTEME MPO MOINS RIGIDE.	70 - 75

AVANCES a_p EN mm/tr LORS DU TOURNAGE D'ÉBAUCHE DE L'ACIER ($R=65\text{Kgf/mm}^2$)
 AU MOYEN DES OUTILS EN CARBURES MÉTALLIQUES .

SECTION DU CORPS D'OUTILS.	DIAMÈTRE DE L'ÉBAUCHE.	PROFONDEUR DE COUPE F EN mm JUSQU'À:			
		3	5	8	12
		AVANCES a_p EN mm/tr.			
16 X 25	20	0,3 - 0,4	-	-	-
	40	0,4 - 0,5	0,3 - 0,4	-	-
	60	0,5 - 0,7	0,4 - 0,6	0,3 - 0,5	-
	100	0,6 - 0,9	0,5 - 0,7	0,5 - 0,6	-
20 X 30 25 X 25	20	0,3 - 0,4	0, -	-	-
	40	0,4 - 0,5	0,3 - 0,4	-	-
	60	0,6 - 0,7	0,5 - 0,7	0,4 - 0,6	-
	100	0,8 - 1,0	0,7 - 0,9	0,5 - 0,7	0,4 - 0,7
25 X 40	60	0,6 - 0,9	0,5 - 0,8	0,4 - 0,7	-
	100	0,8 - 1,2	0,7 - 1,1	0,6 - 0,9	0,5 - 0,8

NOTE: MULTIPLIER LES VALEURS a_p PAR $K=0,75 - 0,85$ LORS D'USINAGE DES
 SURFACES INTERMITTENTES ET DES TRAVAUX ACCOMPAGNÉS DES CHOCs.

COEFFICIENT K_{MA} TENANT COMPTE DE L'USINABILITÉ DE LA MATIÈRE.				
R EN Kgf/mm^2	50 - 60	60 - 70	70 - 90	90 - 110
K_{MA}	1,15	1,00	0,90	0,80

ETAT DE LA SURFACE (Rz OU Ra EN μ).	RAYON DE LA POINTE DU BEC r.	VITESSE DE COUPE EN METRE PAR MINUTE (m/mn.).					
		30	50	70	90	110	130
40 - 20 ($\nabla 4$)	0,5	0,22 - 0,3	0,26 - 0,35	0,31 - 0,39	0,36 - 0,41	0,37 - 0,41	0,37 - 0,41
	1,0	0,33 - 0,4	0,37 - 0,45	0,42 - 0,49	0,43 - 0,49	0,43 - 0,49	0,43 - 0,49
	2,0	0,43 - 0,51	0,49 - 0,51	0,49 - 0,52	0,50 - 0,52	0,50 - 0,52	0,50 - 0,52
20 - 10 ($\nabla 5$)	0,5	0,13 - 0,16	0,15 - 0,17	0,16 - 0,19	0,19 - 0,23	0,23 - 0,27	0,23 - 0,27
	1,0	0,16 - 0,20	0,19 - 0,24	0,21 - 0,26	0,26 - 0,33	0,30 - 0,34	0,31 - 0,35
	2,0	0,22 - 0,28	0,26 - 0,32	0,30 - 0,39	0,35 - 0,40	0,36 - 0,40	0,36 - 0,40
2,5 - 1,25 ($\nabla 6$).	0,5	-	0,06 - 0,08	0,08 - 0,10	0,10 - 0,12	0,12 - 0,15	0,13 - 0,16
	1,0	0,08 - 0,1	0,09 - 0,12	0,11 - 0,14	0,13 - 0,16	0,16 - 0,19	0,18 - 0,22
	2,0	0,12 - 0,13	0,13 - 0,16	0,14 - 0,19	0,17 - 0,22	0,21 - 0,26	0,24 - 0,28

-23-

VITESSE DE COUPE DE BASE V_b LORS DU CHARIOTAGE DE L'ACIER AU CARBONE

($R = 65 \text{ Kgf/mm}^2$) AU MOYEN DES OUTILS EN CARBURES METALLIQUES ($\hat{C} = 45^\circ$).

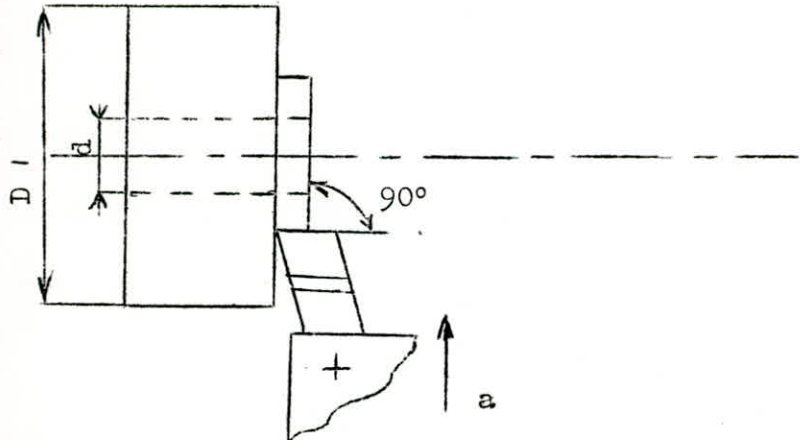
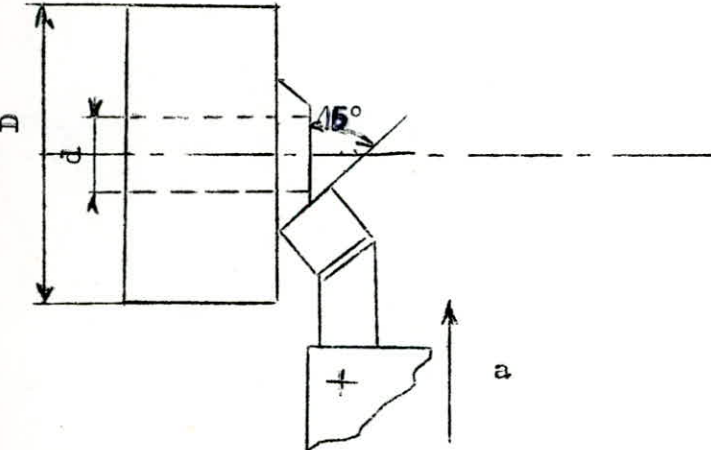
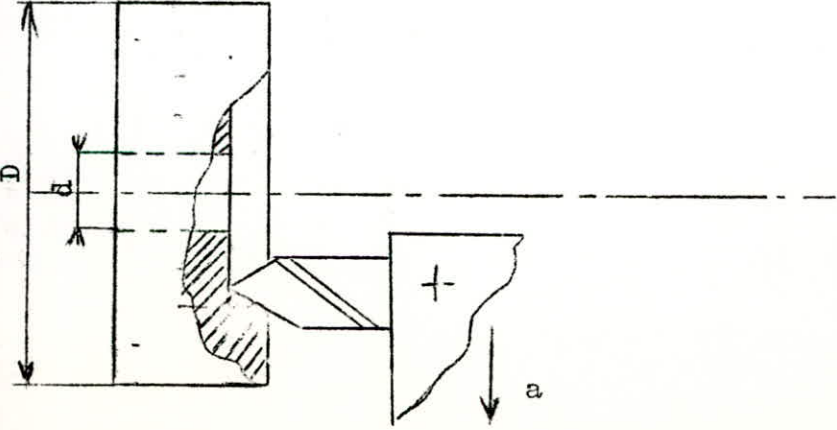
-24-

PROFONDEUR DE COUPE EN mm.	A V A N C E S (a) en mm/tr.													
	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	1,00	1,20	1,40
0,5	385	340	312	296	280	270	239	223	-	-	-	-	-	-
1,0	346	304	280	265	251	242	216	202	193	186	175	166	-	-
1,5	327	285	264	250	236	228	200	190	180	174	164	157	145	136
2,0	314	274	254	239	228	219	192	182	174	166	155	149	138	129
3,0	294	257	239	225	214	205	182	171	163	160	150	142	126	123
5,0	273	239	220	208	197	190	170	160	152	149	146	131	126	118
7,0	-	226	210	198	188	180	160	157	143	140	138	125	120	110
10,0	-	215	198	188	177	171	153	143	137	134	131	119	114	108

NOTE 1 : DETERMINER LES VITESSES DE COUPE V_b LORS D'ALEPAGE EN UTILISANT LE COEFFICIENT K_{V_1}

DIAMETRE D'UN TROU A ALESER D EN mm JUSQU'A :	50	75	150	250	> 250
K_{V_1}	0,6	0,75	0,80	0,90	1,0

NOTE : 2 DETERMINER LA VITESSE DE COUPE V_b LORS DU DRESSAGE EN UTILISANT LE COEFFICIENT K_{V2} .

C R O Q U I S	a/D		
	0,4	0,7	1,0
	Coefficient de correction K_{V2}		
	1,00	0,97	0,85
	1,14	1,10	0,95
	1,42	1,22	1,15

AVANCES a_p EN mm/tr LORS DU TOURNAGE D'ÉBAUCHE DE LA FONTE
 (HB = 180 ± 200) AU MOYEN DES OUTILS EN CARBURES METALLIQUES

SECTION DU CORPS D'OUTILS.	DIAMÈTRE DE L'ÉBAUCHE	PROFONDEUR DE COUPE P EN mm JUSQU'À			
		3	5	8	12
		AVANCE a_p EN mm / tr.			
16 X 25	40	0,4 - 0,5	-	-	-
	60	0,6 - 0,8	0,5 - 0,8	0,4 - 0,6	-
	100	0,8 - 1,2	0,7 - 1,0	0,6 - 0,8	0,5 - 0,7
20 X 30	40	0,4 - 0,5	-	-	-
	60	0,6 - 0,9	0,5 - 0,8	0,4 - 0,7	-
	100	0,9 - 1,3	0,8 - 1,2	0,7 - 1,0	0,5 - 0,8
20 X 25	60	0,6 - 0,8	0,5 - 0,8	0,4 - 0,7	-
	100	1,0 - 1,4	0,9 - 1,2	0,8 - 1,0	0,6 - 0,9

NOTE : MULTIPLIER LES VALEURS a_p PAR $K = 0,75 - 0,85$ LORS D'USINAGE
 DES SURFACES INTERMITTENTES ET LES TRAVAUX ACCOMPAGNÉS DES CHOCS

COEFFICIENT K_{MS} TENANT COMPTE DE L'ANGLE DE DIRECTION α

α	45	60	75	90
K_{MS}	1,0	0,9	0,8	0,7

NOTE : REDUIRE LES AVANCES a_p DE 20 - 25 % LORS DE LA COUPE
 INTERMITTENTE.

AVANCES a_p EN mm /tr EN FONCTION DE L'ETAT DE SURFACE
 (FONTE GRISE HB = 180 - 200).

ETAT DE SURFACE (R_a OU R_z en μm)	VALEUR DES ANGLES \hat{C} ET \hat{C}_1	RAYON A LA POINTE DU BEC.	PROFONDEUR DE COUPE P EN mm JUSQU'A	
			0,5	2,0
40 - 20 ($\nabla 4$)	90 X 15	0,5	0,3 - 0,38	0,25 - 0,32
		1,0	0,35 - 0,43	0,29 - 0,36
		2,0	0,42 - 0,50	0,35 - 0,42
	45 X 45	0,5	0,25 - 0,32	0,21 - 0,27
		1,0	0,29 - 0,36	0,24 - 0,31
		2,0	0,35 - 0,42	0,29 - 0,35
20 - 10 ($\nabla 5$)	90 X 15	0,5	0,22 - 0,31	0,18 - 0,26
		1,0	0,25 - 0,37	0,21 - 0,31
		2,0	0,29 - 0,42	0,24 - 0,35
	45 X 45	0,5	0,18 - 0,26	0,15 - 0,22
		1,0	0,21 - 0,31	0,17 - 0,26
		2,0	0,24 - 0,35	0,20 - 0,29
2,5-1,5 ($\nabla 6$)	90 X 15	0,5	0,12 - 0,22	0,10 - 0,18
		1,0	0,14 - 0,25	0,12 - 0,21
		2,0	0,16 - 0,29	0,13 - 0,24
	45 X 45	0,5	0,10 - 0,18	0,08 - 0,15
		1,0	0,12 - 0,21	0,09 - 0,17
		2,0	0,13 - 0,24	0,11 - 0,20

VITESSE DE COUPE DE BASE V_b LORS DU CHARIOTAGE DE LA FONTE GRISE (HB=180-200)

AN MOYEN DES OUTILS EN CARBURES METALLIQUES ($\hat{C} = 45^\circ$).

PROFONDEUR DE COUPE EN mm.	AVANCES a EN mm/tr														
	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	1,00	1,20	1,40	1,50
0,5	229	200	184	175	165	159	150	134	-	-	-	-	-	-	-
1,0	205	178	165	156	148	142	135	121	112	105	100	92	-	-	-
1,5	193	169	156	147	139	134	128	113	106	99	94	86	81	76	-
2,0	185	160	149	141	133	128	122	109	102	94	90	82	77	72	-
3,0	174	152	141	133	125	121	115	102	95	90	86	77	72	69	66
5,0	162	141	130	123	117	112	107	95	88	84	80	72	69	65	62
7,0		134	124	117	111	106	102	90	84	79	75	69	65	61	58
10,0		124	118	111	105	102	96	86	79	75	71	65	62	58	55

NOTE 1 : DETERMINER LES VITESSES DE COUPE LORS D'ALEPAGE EN UTILISANT LE COEFFICIENT K_{v1}

DIAMETRE D'UN TROU A ALESER D EN mm jusqu'à	50	75	150	250	250
K_{v1}	0,6	0,75	0,80	0,90	1,0

-28-

NOTE : 2 - DETERMINER LES VITESSES DE COUPE LORS DU DRESSAGE
 EN UTILISANT LE COEFFICIENT K_{V2}

C R O Q U I S

C R O Q U I S	d / D		
	0,4	0,7	1,0
	COEFFICIENT CORRECTIF K_{V2}		
	0,92	0,88	0,77
	1,14	1,10	0,85
	1,42	1,22	1,15

COEFFICIENT DE CORRECTION DE LA VITESSE DE COUPE K_{MV} EN FONCTION
DES CARACTERISTIQUES MECANIQUES DE LA MATIERE A USINER.

ACIER AU CARBONE ET ACIERS ALLIES						
R (Kgf /mm ²)	40 - 49	50 - 59	60 - 69	70 - 79	80 - 89	90 - 100
K_{MV}	1,44	1,18	1,0	0,87	0,76	0,65

FONTE GRISE .						
H.B	140 - 159	160 - 169	180-189	200-220	221-240	> 240
K_{MV}	1,45	1,25	1,0	0,89	0,79	0,71

COEFFICIENT DE CORRECTION DE LA VITESSE DE COUPE
 K_{ev} EN FONCTION DE LA QUALITE DE LA SURFACE D'EBAUCHE.

USINAGE DE L'ACIER.					
Produit laminé		Ebauche matricée ou forgée		ébauche moulée	
à froid	à chaud	sans calamine et écrouissage	avec calamine et écrouissage	avec croute	sans croute
1,1	1,0	0,95	0,8	0,9	0,7


USINAGE DE LA FONTE		
SANS GROUPE	AVEC GROUPE	
	PURE	ENCRASSEE
1,0	0,80 - 0,85	0,50 - 0,60

COEFFICIENT DE CORRECTION DE LA VITESSE DE COUPE $K_{v\alpha}$ EN FONCTION DE L'ANGLE DE DIRECTION α

		α	30	45	60	75	90
MATIERE A	ACIER		1,13	1,0	0,92	0,86	0,81
USINER	FONTE		1,2	1,0	0,88	0,83	0,73


COEFFICIENT DE CORRECTION DE LA VITESSE DE COUPE K_{DV} EN

FONCTION DE LA DUREE DE L'OUTIL.

OUTILS TRANCHANTS A: - CHARICOTER - TRONÇONNER - ALESER		DUREE DE L'OUTIL EN mm °						
		30	45	60	90	120	180	240
USINAGE DE L'ACIER		1,28	1,25	1,06	1,00	0,92	0,87	0,80
USINAGE DE LA FONTE		1,32	1,15	1,06	1,00	0,92	0,87	0,80

VITESSE DE COUPE DE BASE V_b LORS DU TRONÇONNAGE ET RAINURAGE DE L'ACIER AU CARBONE ($R=65 \text{ Kgf/mm}^2$) AU MOYEN DES OUTILS EN CARBURE METALLIQUE (CM). $V=V_b \cdot K_{mv} \cdot K_e \cdot V \cdot K_{DV} \cdot K_{CV}$

AVANCE a (mm/tr)	TRONÇONNAGE	R RAINURAGE		
		RELATION	d_1/D	JUSQU'À
		0,4	0,7	1,0
0,025	277	263	252	222
0,050	215	205	197	173
0,070	192	182	174	154
0,10	166	159	154	132
0,15	146	139	133	117
0,20	131	125	120	105
0,25	120	114	109	96
0,30	112	108	99	91
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-


 SINAGE DES TROUS DE QUALITE 9

DIAMETRE NOMINAL.	D I A M E T R E D E L O U T I L E N mm.						
	LORS D'USINAGE EN PLEIN MATIERE.				LORS D'USINAGE D'UN TROUS PREALABLEMENT MOULE OU FORGE.		
	I Forêt	II Forêt	Forêt - aleseur de fini- tion.	Alesoir	Forêt aleseur d'ébauche	Forêt aleseur de fini- tion.	A l e s o i r
4	3,9	-	-	4H 9	-	-	-
8	7,8	-	-	8H 9	-	-	-
12	10,7	-	11,8	12H 9.	-	-	-
14	12,7	-	13,8	14H 9.	13	13,8	14H 9.
18	16,3	-	17,8	18H 9	17	17,8	18H 9.
20	17,5	-	19,8	20H 9.	19	19,8	20H 9.
24	21,5	-	23,8	24H 9	23	23,8	24H 9.
26	23,5	-	25,8	26H 9	25	25,8	26H 9.
30	20	27,5	29,8	30H 9	28	29,8	30H 9.
32	20	29	31,7	32H 9	30	31,7	32H 9.
40	20	37	39,7	40H 9.	38	39,7	40H 9.
45	20	42	44,7	45H 9.	42	44,7	45H 9.
50	20	46	49,7	50H 9.	48	49,7	50H 9.
60	20	56	59,7	60H 9.	58	59,7	60H 9.
70	20	65	69,7	70H 9.	68	69,7	70H 9.

AVANCES a_b mm/tr LORS DU PERCAGE AU MOYEN DES FORETS EN **ARO**

$$a = a_b \cdot K_{1a}$$

MATIERE A USINER	D I A M E T R E D U F O R E T E N mm.										
	2	4	6	8	10	12	16	20	24	28	30
Acier R < 30 Kgr/mm ²	0,05	0,10	0,16	0,20	0,25	0,28	0,34	0,40	0,43	0,47	0,50
Fonte grise HB ≤ 140	0,10	0,20	0,30	0,40	0,52	0,58	0,68	0,78	0,87	0,95	1,00
Metaux non ferreux.	0,10	0,20	0,30	0,40	0,52	0,58	0,68	0,78	0,87	0,95	1,00

-34-

COEFFICIENT DE CORRECTION K_{1a} et K_{1v} EN FONCTION DE PROFONDEUR DE PERCAGE DES ACIERS ET FONTES AU MOYEN DES FORETS EN **ARO**.

L / D JUSQU' A	3	4	5	6	8	10
K_{1v}	1,0	0,85	0,80	0,70	0,60	0,5
K_{1a}	1,0	0,95	0,9	0,85	0,80	0,70

ITESSE DE COUPE (V_b) EN FONCTION DU DIAMETRE DES FORETS ET DES AVANCES LORS DU
 PERSAGE DE L'ACIER R = 65 Kg_f/mm² MOYEN DES FORETS EN ARO.

DIAMETRE DE FORETS EN M M.	V A L E U R D E L ' A V A N C E J U S Q U ' A.																		
	0,03	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	0,15	0,18	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,70
2	62	43	34	30	28	26	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	72	51	40	36	34	30	24	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	76	56	45	41	37	35	30	26	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	62	49	44	41	38	34	28	25	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	63	50	48	42	38	34	30	25	23	20	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	49	44	41	36	32	28	26	24	20	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	53	49	45	40	34	30	28	25	23	19	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	49	43	38	33	29	27	25	23	21	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	45	38	35	32	32	26	25	23	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	46	36	35	33	29	27	25	24	21	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	46	40	35	33	29	27	25	24	21	20	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	49	43	37	35	32	29	27	25	24	23	20	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	37	35	32	29	27	25	24	23	21	20	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	37	35	32	29	27	25	24	23	21	20	19

COEFFICIENT DE CORRECTION DE LA VITESSE DE COUPE KM_v EN
 FONCTION DES CARACTERISTIQUES DE LA MATIERE A USINER **AU**
 MOYEN DES FORETS EN ARC.

MATERIE A USINER	R en Kgf /mm ²					
	40 - 50	50 - 60	40 - 70	70 - 80	80 - 90	90 - 100
Aciers (C ≤ 0,6 %)	0,90	1,16	1,00	0,88	0,79	-
Aciers (C > 0,6 %)	-	-	0,80	0,70	0,63	0,53
Acier à nickelchrome.	1,3	1,06	0,9	0,82	0,79	0,65
Aciers en manganèse.	0,89	0,80	0,70	0,60	0,55	0,50

COEFFICIENT DE CORRECTION DE LA VITESSE DE COUPE KM_v EN FONCTION
 DES CARACTERISTIQUES DE LA MATIERE A USINER (FONTES) **AU** MOYEN
 DES FORETS EN ARC.

DURETE HB	100	120	140	150	160	180	200	220	240
	120	140	150	160	180	200	220	240	260
Fonte grise.	-	1,63	1,45	1,35	1,15	1,0	0,85	0,77	0,69

COEFFICIENT DE CORRECTION DE LA VITESSE DE COUPE Kav TENANT
 COMPTE L'ARROSAGE DU FORET.
 de

AVEC ARROSAGE	SANS ARROSAGE
1, 0	0, 30

AVANCES a mm/tr LORS D'ALESAGE D'UN TROU AU MOYEN D'UN FORET ALESEUR.

Diamètre de foret aleseur	15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70
---------------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Acier	0,4 0,7	0,5 0,8	0,5 0,9	0,6 1,0	0,6 1,1	0,7 1,2	0,7 1,3	0,8 1,4	0,8 1,5	0,9 1,6	0,9 1,8
Fonte	0,4 1,3	0,4 1,4	0,5 1,5	0,5 1,7	0,6 1,9	0,7 2,1	0,7 2,3	0,8 2,4	0,8 2,6	0,9 1,9	1,0 2,2

FORETS ALESEURS EN CARBURES METALLIQUES.

Acier	0,4 0,6	0,5 0,6	0,5 0,7	0,6 0,9	0,7 1,0	0,7 1,1	0,8 1,1	0,7 1,2	0,8 1,3	0,9 1,3	0,9 1,4
Fonte.	0,5 0,9	0,5 1,0	0,6 1,1	0,6 1,2	0,7 1,3	0,7 1,5	0,8 1,7	0,8 1,9	0,8 2,0	0,9 2,0	1,0 2,2

-37-

VITESSE DE COUPE V_b LORS D'ALEPAGE DE L'ACIER ($R = 65 \text{ Kgf/mm}^2$)
 AU MOYEN D'UN FORET ALESEUR EN CARBURE METALLIQUE $V = V_b \times K_{tv}$.

DIAMETRE D EN MM.	SURFAISSEUR h EN MM.	AVANCE a_p mm/tr.														
		0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50
15	2	49	47													
	6	40	38	36	35											
18	2	-	50	49												
	6	-	41	40	39	38										
20	2	-	-	50	49	48										
	6	-	-	41	40	39	38	36								
25	2	-	-	-	-	52	51	49								
	6	-	-	-	-	42	41	41	39	38						
30	2	-	-	-	-	-	-	56	53							
	6	-	-	-	-	-	-	45	43	42	41	40				
35	2	-	-	-	-	-	-	58	56	55						
	6	-	-	-	-	-	-	47	46	45	42	41				
40	2	-	-	-	-	-	-	-	60	57	55					
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	48	45	44	43	42		
45	2	-	-	-	-	-	-	-	62	59	57					
	6	-	-	-	-	-	-	-	49	48	45	44	43	42		
50	2	-	-	-	-	-	-	-	65	63	60					
	6	-	-	-	-	-	-	-	52	50	48	47	45	44		
60	2	-	-	-	-	-	-	-	-	66	64	62				
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	54	51	50	49	48	47	
70	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67	65	64			
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55	52	51	50	49	48

VITESSE DE COUPE V_c EN m/mm LORS D'ALEPAGE DE LA FONTE GRISE

HB = 180-220 AU MOYEN D'UN FORET ALESEUR EN CARBURES METALLIQUES.

		A V A N C E S [a] EN mm/tr.																
		0,6	0,65	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,20
15	2	80	78	75														
	6	68	66	63	62	59												
18	2	-	77	75	70													
	6	-	66	63	59	56	54											
20	2	-	-	75	70													
	6	-	-	63	59	56	54	52										
25	2	-	-	-	70	67	64											
	6	-	-	-	59	56	54	52	50									
30	2	-	-	-	-	67	64	61										
	6	-	-	-	-	56	54	52	50	48								
35	2	-	-	-	-	-	64	61	59									
	6	-	-	-	-	-	54	52	50	48	47	46	44					
40	2	-	-	-	-	-	-	61	59	57								
	6	-	-	-	-	-	-	52	50	48	47	45	44	42				
45	2	-	-	-	-	-	-	-	59	57	55	53						
	6	-	-	-	-	-	-	-	50	48	47	45	44	42	41	40		
50	2	-	-	-	-	-	-	-	-	57	55	53	51					
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	48	47	45	44	42	41	40	39	
60	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55	53	51	50				
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	45	44	42	41	40	39	38
70	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	51	50	49			
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	44	42	41	40	39	38

DUREE DE L'OUTIL NORMATIVE LORS DE CALCUL DES REGIMES DE COUPE
 AU MOYEN DES FORETS ALESEURS EN CARBURES METALLIQUES.

MATIERE A USINER	NUANCE DE C.M.	D I A M E T R E D EN mm.										
		15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70
Acier	P 10	35	40	45	55	70	80	90	100	110	135	160
Fonte.	K 20	40	54	60	75	90	105	120	135	150	180	200

COEFFICIENT DE CORRECTION DE LA VITESSE DE COUPE K_{Dv} EN FONCTION
 DE LA DUREE DE L'OUTIL EN CARBURES METALLIQUES.

MATIERE A USINER	NUANCE DE C.M.	RAPPORT ENTRE LA DUREE DE L'OUTIL ACCEPTEE ET CELLE NORMATIVE					
		0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	6,0
Acier	P 10	1,41	1,19	1,0	0,85	0,71	0,64
Fonte	K 20	1,74	1,32	1,0	0,76	0,57	0,49

DIAMETRE DE L'OUTIL MATERIE A USINER. JUSQU'A	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70
	ALESOIRS EN ACIER RAPIDE A R O.										
ACIER	0,2 0,5	0,3 0,7	0,4 0,9	0,6 1,4	0,7 1,6	0,8 1,8	0,9 2,0	1,0 2,1	1,1 2,5	1,3 2,8	1,4 3,0
FONTE	0,4 1,2	0,6 2,0	0,8 2,5	1,0 3,0	1,2 3,5	1,3 4,0	1,4 4,5	1,6 5,0	1,8 5,5	2,1 6,5	2,3 7,0
ALESOIRS EN CARBURES METALLIQUES.											
ACIER	/	0,3 0,5	0,35 0,55	0,4 0,6	0,45 0,65	0,5 0,7	0,55 0,75	0,6 0,8	0,65 0,85	0,7 0,9	0,8 1,0
FONTE	/	0,65 1,3	0,7 1,4	0,8 1,5	0,85 1,6	0,9 1,8	0,95 1,9	1,0 2,0	1,1 2,1	1,2 2,4	1,3 2,7

-17-

VITESSE DE COUPE V_b LORS D'ALEPAGE DE L'ACIER ($R = 65 \text{ Kgf/mm}^2$)

AU MOYEN D'UN ALESOIR EN CARBURE METALLIQUE $V = V_b \cdot K_{tv}$.

ϕ DE L'ALESOIR AVANCE EN CE. a EN EN MM/tr. MM.	11	16	23	28	32	36	46	60	75	80
0,38	37	35	33	-	-	-	-	-	-	-
0,43	35	33	31	-	-	-	-	-	-	-
0,46	33	31	29	27	-	-	-	-	-	-
0,50	31	29	27	26	24	22	-	-	-	-
0,55	29	27	26	24	23	20	-	-	-	-
0,60	-	26	24	23	22	19	19	-	-	-
0,66	-	-	23	22	20	18	18	17	-	-
0,72	-	-	22	20	19	17	17	16	-	-
0,78	-	-	-	19	18	16	16	15	14	13
0,85	-	-	-	-	-	-	15	14	13	12
0,93	-	-	-	-	-	-	14	13	12	12
1,00	-	-	-	-	-	-	13	12	12	11
1,10	-	-	-	-	-	-	-	12	11	10
1,20	-	-	-	-	-	-	-	-	10	10

VITESSE DE COUPE V_b m/mm LORS DE L'ALEPAGE DE LA FONTE GRISE

HB = 180 - 220 AU MOYEN D'UN ALESOIR EN CARBURES METALLIQUES.

ϕ DE L'OUTIL JUSQU'A AVANCES EN mm/tr. JUSQU'A.	10	15	20	25	30	40	50	60	80
0,50	52	49	—	—	—	—	—	—	—
0,55	49	47	44	—	—	—	—	—	—
0,66	45	42	40	—	—	—	—	—	—
0,72	43	40	38	36	34	—	—	—	—
0,78	41	39	37	35	33	31	—	—	—
0,85	39	37	35	33	31	29	—	—	—
0,93	38	35	33	31	30	28	—	—	—
1,00	36	34	32	30	28	27	25	24	22
1,10	34	32	30	28	27	25	24	22	21
1,25	32	30	28	27	25	24	22	21	20
1,40	—	28	27	25	24	22	21	20	19
1,60	—	—	—	24	22	21	20	19	18
1,80	—	—	—	—	21	20	19	18	17
2,00	—	—	—	—	—	19	18	17	16
2,20.	—	—	—	—	—	—	17	16	15

DUREE DE L'OUTIL NORMATIVE LORS DE CALCUL DES REGIMES DE COUPE
EN MOYEN DES ALESOIRES EN CARBURE METALLIQUES (C.M.).

MATIERE A USINER	NUANCE DE C.M.	DIAMETRE DE L'ALESOIR EN mm.										
		10	15	20	25	30	35	60	50	60	70	80
Acier	P 10	20	35	45	55	70	80	90	110	135	160	180
Fonte	K 20	30	45	60	75	90	100	120	150	160	210	240

COEFFICIENT DE CORRECTION DE LA VITESSE DE COUPE K_{dv} EN
FONCTION DE LA DUREE DE L'OUTIL ADOPTEE EN CARBURE METALLIQUES
(C.M.)

MATIERE A USINER.	NUANCE DE C.M.	RAPPORT ENTRE LA DUREE DE L'OUTIL ADOPTEE ET CELLE NORMATIVE.					
		0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	6,00
Acier	P 10	2,64	1,62	1,00	0,61	0,38	-
Fonte	K.20	1,87	1,37	1,00	0,73	0,53	0,45.

FRAISAGE DES RAINURES AU MOYEN DE FRAISES A DISQUES EN A R S

AVANCES a_b en mm/dent.

MODE D'USINAGE	RESISTANCE R Kgf/mm ²	PROFONDEUR DE PASSE EN mm.	PUISSANCE DE LA MACHINE KW.			
			5 - 10		10 (KW).	
			RIGIDITE DU SYSTEME M P O.			
			Elevée	Moyenne	Elevée	Moyenne.
FRAISAGE DES RAINURES	R < 90 Kgf/mm ²	P < 30	0,10 - 0,12	0,08 - 0,10	0,12 - 0,15	0,10 - 0,12
		P > 30	0,08 - 0,10	0,05 - 0,08	0,10 - 0,12	0,08 - 0,10
	R > 90 Kgf/mm ²	P < 30	0,06 - 0,08	0,05 - 0,06	0,08 - 0,10	0,06 - 0,08
		P > 30	0,05 - 0,06	0,04 - 0,05	0,06 - 0,08	0,05 - 0,06

Matière A USINER.	R Kgf/mm ²	40 -	45 -	50 -	70 -	80 -	90 -	110 -
		45	50	60	80	90	110	125
(ACIERS AU CARBONE) KMv.		1,21	1,34	1,15	1,0	0,86	0,66	0,49

VITESSE DE COUPE V_b DE L'ACIER ($R = 65 \text{ Kgf/mm}^2$) LORS DU
FRAISAGE DES RAINURES AU MOYEN DES FRAISES A DISQUES EN A R S

$$V = V_b K_r K_{mv} K_{dv}$$

DIAMETRE DE LA FRAISE.	NOMBRE DE DENTS	LARGEUR DU FRAI- SAGE mm.	PROFON- DEUR DE PASSE mm.	A V A N C E a_b mm/dent°				
				0,03	0,05	0,10	0,13	0,18
60	16	6 - 12	12	54	48	43	40	-
			18	49	43	39	35	-
75	18	8 - 16	12	56	50	45	40	-
			18	50	45	40	36	-
75	10	12 - 24	12	62	55	49	45	-
			18	55	49	45	40	-
90	20	10 - 16	12	51	51	45	41	39
			18	50	45	40	36	34
90	12	12 - 24	12	45	40	36	32	31
			18	65	57	50	46	40

RELATION ENTRE DUREE	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
ADOPTEE ET CELLE NORMATIVE						
K_{dv}	1,32	1,15	1,0	0,92	0,87	0,80

VITESSE DE COUPE V_b EN m/min LORS DU FILETAGE (FILET METRIQUE)

DES ACIERS AU MOYEN DES PASTILLES EN CARBURE METALLIQUE

$$V = V_b \cdot K_{tv}$$

FILET A EXECUTER	MATIERE A USINER R (Kgf/mm ²)	P A S D U F I L E T					
		1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
FILET EXTERIEUR	51 - 60	162	150	145	142	141	138
	61 - 70	144	133	129	127	125	123
	71 - 80	141	130	129	123	119	117
	81 - 90	125	116	115	109	106	104
FILET INTERIEUR	51 - 60	142	131	124	119	116	113
	61 - 70	127	117	110	106	103	101
	71 - 80	120	110	107	101	98	96
	81 - 90	107	98	96	90	87	85

FILETAGE (FILET METRIQUE) DES ACIERS AU MOYEN DES PASTILLES

EN CARBURE METALLIQUE - NOMBRE DES PASSES

DISPOSITION DU FILET	MATIERE A USINER	PASSE	PAS DU FILET					
			1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
FILET EXTERIEUR.	$R \leq 70$ Kgf/mm ²	Ebauche	2	2	3	4	5	6
	$R > 70$ Kgf/mm ²	Ebauche	3	3	5	6	7	8
		Finition	2	2	2	2	2	2
FILET INTERIEUR.	$R \leq 70$ Kgf/mm ²	Ebauche	3	3	4	5	6	7
	$R > 70$ Kgf/mm ²	Ebauche	4	4	6	7	8	9
		Finition.	2	2	2	2	2	2

NOMBRE DE PASSES LORS DU FILETAGE (FILET TRAPEZOIDAL) AU
 MOYEN DES PASTILLES EN CARBURE METALLIQUES.
 MATIERE A USIMER - ACIER ET FONTE.

NOMBRE DES PASSES.	PAS du Filet															
	FILET EXTERIEUR								FILET-INTERIEUR							
	3	4	5	6	8	10	12	16	3	4	5	6	8	10	12	16
Ebauche.	5	6	7	8	10	12	14	16	4	5	6	7	9	10	12	14
Finition	3	3	4	4	5	6	6	6	3	3	3	4	4	5	5	5

VITESSES DE COUPE V_b EN m/mm LORS DU FILETAGE (FILET TRAPEZOIDAL)
 DES ACIERS AU MOYEN DES PASTILLES EN CARBURE METALLIQUE.

FILET A EXECUTER	PAS DE FILET.	55 62		63 70		71 79		80 89.																																
		TRAPEZOIDAL EXTERIEUR.	3	142	127	112	100	4	136	120	107	95	5	130	116	103	92	6	129	115	102	91	8	124	110	98	87	10	120	107	95	85	12	117	104	93	82	16	115	102

VITESSE DE COUPE V_b EN m/min LORS DU FILETAGE (FILET TRAPÉZOÏDAL)
 DES FONTES CRISES AU MOYEN DES PASTILLES EN CARBURES METALLIQUES
 $V = V_b - K_{tv}$.

FILET A EXECUTER	PAS DU FILET.	Dureté H. B.			
		165 - 180	180 200	200 220	220 240
Trapézoïdal intérieur.	3	47	42	37	33
	4	50	44	39	35
	5	52	46	41	36
	6	56	50	44	39
	8	61	54	48	42
	10	65	58	52	46
	12	69	62	55	49
	16	73	65	58	51

Coefficient de correction K_{tv} en fonction
de la durée de l'outil.

DUREE DE L'OUTIL EN MM		30	60	90	120
K_{tv} .	Acier	1,15	1,0	0,92	0,87
	Fonte.	1,26	1,0	0,87	0,79

Coefficient de correction K_{tv} en fonction de la durée de
l'outil.

DUREE DE L'OUTIL EN MM.	20	30	60	90	120
K_{tv} .	1,08	1,0	0,87	0,80	0,76

FILLETAGE PAR FRAISAGE

AVANCES PAR DENT $a_2 = EN$ mm/dent.

MATIERE A USINER.	R Kgf /mm ²	DIAMETRE A EXECUTER D EN mm.								
		20			50			100		
		PAS DU FILET.								
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
ACIER AU CARBONE	50 - 60	0,03	0,04	0,045	0,038	0,050	0,06	0,05	0,065	0,075
	60 - 80	0,03	0,035	0,04	0,025	0,05	0,06	0,045	0,06	0,07
	80 - 100	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,045	0,035	0,05	0,055
ACIER ALLIE	60 - 80	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,045	0,035	0,05	0,055
	80 - 110	0,025	0,02	0,025	0,02	0,04	0,05	0,025	0,035	0,04
FONTE GRISE	H.B 156 - 229	0,045	0,06	0,07	0,06	0,08	0,095	0,095	0,1	0,12

VITESSES DE COUPE V_b EN m/lcm LORS DU FILETAGE PAR FRAISAGE

$$V = V_b \cdot K_{mv} \cdot K_{dv}$$

PAS DU FILET.	M A T I E R E S A U S I N E R									
	ACIER					FONTE.				
	AVANCE PAR DENT a_2 EN mm/ dent.									
	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,03	0,04	0,06	0,08	0,1
0,8	67	57	51	43	38	43	38	32	29	26
1,0	62	53	47	40	36	40	35	30	27	25
1,5	56	48	42	36	32	36	32	27	24	22
2	52	44	39	33	30	33	29	25	22	20
3	45	38	34	29	25	29	25	22	19	18

COEFFICIENTS DE CORRECTION DE LA VITESSE DE COUPE LORS DU FILLETAGE PAR FRAISAGE.

a.) EN FONCTION DE LA MATIERE A USINER :

MATERIE A USINER.	ACIER EN CARBONE						ACIER ALLIE				FONTE.		
	R EN KGf/mm ²	30-50	50-60	70-80	80-90	30-100	100-110	70-80	80-90	90-100	100-110	HB 150- 229.	HB 229- 241
Coefficient de correction K _{mv} .		1,2	1,1	1,0	0,8	0,7	0,65	0,85	0,8	0,6	0,5	1,0	0,9

b.) en fonction de la durée de la fraise :

DUREE DE LA FRAISE EN MM.		90	150	180	210	270
Coefficient de correction K _{av}	Acier	1,4	1,1	1,0	0,9	0,8
	Fonte	1,45	1,2	1,115	1,1	1,0

RECTIFICATION

AVANCE TRANSVERSALE a_{tb}

$$a_t = a_{tb} \cdot K_1 K_2.$$

VITESSE DE ROTATION DE LA PIECE $V^m/mm.$	AVANCE LONGITUDINALE POUR UN TOUR DE LA PIECE EN mm. JUSQU'AU													
16 - 20	10-12,5	16	20	25	32	40	50	-	-	-	-	-	-	-
25	-	10-12,5	16	20	25	32	40	50	-	-	-	-	-	-
32	-	-	10-12,5	16	20	25	32	40	50	-	-	-	-	-
40	-	-	-	10-12,5	16	20	25	32	40	50	-	-	-	-
50	-	-	-	-	10-12,5	16	20	25	32	40	50	-	-	-
63	-	-	-	-	-	10-12,5	16	20	25	32	40	50	-	-
80	-	-	-	-	-	-	10-12,5	16	20	25	32	40	50	-
100	-	-	-	-	-	-	-	10-12,5	16	20	25	32	40	-

DIAMETRE A RECTIFIER EN mm. JUSQU'AU.	AVANCE TRANSVERSALE POUR UNE COURSE DOUBLE DE LA TABLE EN mm.													
6,3	0,0023	0,0018	0,0014	0,0011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,0	0,0031	0,0024	0,0019	0,0015	0,0012	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,0	0,0042	0,0033	0,0026	0,0021	0,0016	0,0013	-	-	-	-	-	-	-	-
12,0	0,0058	0,0045	0,0035	0,0028	0,0022	0,0018	0,0014	0,0011	-	-	-	-	-	-

-53-

COEFFICIENTS DE CORRECTION K_1 ET K_2

a) EN FONCTION DU DIAMETRE DE LA MEULE ET LA MATIERE A USINER.

MATIERE A USINER	DIAMETRE DE LA MEULE EN mm.			
	500	600	750	900
	COEFFICIENT K_1			
ACIER TREMPE	0,8	0,9	1,0	1,1
ACIER NON TREMPE	0,95	1,1	1,2	1,3
FONTE.	1,3	1,45	1,6	1,75

b) EN FONCTION DE LA SUREPAISSEUR A ENLEVER ET PRECISION D'USINAGE

QUALITE DE PRECISION.	SUREPAISSEUR A ENLEVER EN mm JUSQU'AU				
	0,15	0,2	0,3	0,5	0,7
	COEFFICIENT K_2				
4	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0
5	0,5	0,63	0,8	1,0	1,25
6	0,63	0,8	1,0	1,25	1,6

RECTIFICATION CYLINDRIQUE (DEMI-FINITION-FINITION)

VITESSE DE ROTATION DE LA PIECE.

DIAMETRE A RECTIFIEE EN mm JUSQU'A		12,6 - 25	40	63	100	160	250
Vitesse de rota- tion de la pièce en mm/mn	Acier non trempé et fonte.	13 - 34	17 - 44	20 - 52	24 - 62	28 - 74	33 - 88
	Acier trempé.	23 - 34	29 - 44	35 - 52	42 - 62	51 - 74	60 - 88

AVANCE LONGITUDINALE , DE BASE $a_p = K' \cdot EM \cdot np$
COEFFICIENT K' de L'AVANCE LONGITUDINALE DE BASE.

ETAT DE SURFACE Ra en micron	1,25 - 0,63 ($\nabla 7$)	0,63 - 0,32 ($\nabla 8$)
Avance longitudinale en partie de la meule coeff. K'	0,5 - 0,75	0,25 - 0,5

COEFFICIENTS DE CORRECTION POUR L'AVANCE TRANSVERSALE K_1 ET K_2 .

a) EN FONCTION DE RELATION L/D (L -LONGUEUR D'USINAGE D DIAMETRE A USINER)

L/D	1,2	1,6	2,5	4
Coefficient K_1	1,0	0,87	0,76	0,67

b) EN FONCTION DE LA SUREPAISSEUR A ENLEVER ET PRECISION D'USINAGE.

QUALITE DIMENSIONNELLE.	SUREPAISSEUR POUR LE DIAMETRE JUSQU'AU				
	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0
COEFFICIENT K_2					
4	0,5	0,63	0,8	1,0	1,25
5	0,63	0,80	1,0	1,25	1,6
6	0,8	1,0	1,25	1,6	2,0

EXEMPLE DE DETERMINATION DES REGIMES DE COUPE .

a) Tournage extérieur.

Opération 20-2-1 pour l'axe: Chariotage extérieur d'ébauche.

1) Machine: TOUR SN 40B (TCHECOSLOVAQUIE)

2) Outil : Outil à charioter Forme 2 (20 x 30), $\hat{\alpha}=8^\circ, \hat{\beta}=12^\circ, \hat{\gamma}=45^\circ$
 $r=2$ mm durée: 60 mn Carbure Metallique.

3) $p=3,5$ mm

4) $a_p=0,5$ mm/tr (Tableau p.23), $K_{Ma}=1$ (Tableau p.22)

$a = a_p \cdot K_{Ma} = 0,50$ mm/tr , $a_r = 0,48$ mm/tr disponible sur la machine.

5) $V_b=182$ m/mn (Tableau p.24), $K_{Mv}=1,0$ (Tableau p.30)

$K_{Ev}=1,0$ (Tableau p.30), $K_{Gv}=1,0$

, $K_{Dv}=1,06$ (Tabl. p.31)

$V = V_b \cdot K_{Mv} \cdot K_{Ev} \cdot K_C \cdot V \cdot K_{Dv} = 193$ m/mn

$n = \frac{1000 \cdot V}{3,14 \cdot D} = 1750$ tr/mn

$n_r = 710$ tr/mn disponible sur la machine.

$V_r = 62,4$ m/mn

b) Tournage intérieur (à l'outil à aléser)

Opération 40-1-1 : Alésage 1/2 finit. du canon.

1) Machine: TOUR TP 255 ALMO (ALGERIE)

2) Outil: Outil à aléser Forme 2 (20 x 30), $\hat{\alpha}=10^\circ, \hat{\beta}=12^\circ, \hat{\gamma}=45^\circ$

$r=1$ mm, Carbure metallique, durée: 90 mn

3) $p=0,8$ mm

4) $a_p=0,45$ mm/tr (Tableau p.23), $K_{Ma}=1,0$ (Tableau p.22)

$a = a_p \cdot K_{Ma} = 0,45$ mm/tr

$a_r = 0,45$ mm/tr disponible sur la machine.

5) $V_b=187$ m/mn (Tableau p.24), $K_{V_1}=0,6$ (Tableau p.24), $K_{Mv}=1,0$ (Tabl. p.30)

$K_{Dv}=1,06$, $K_{Cv}=1,0$ (Tableau p.31)

$V = V_b \cdot K_{V_1} \cdot K_{Mv} \cdot K_{Dv} \cdot K_{Cv} = 118,9$ m/mn

$n = 1023$ tr/mn , $n_r = 900$ tr/mn disponible sur la machine.

$V_r = 104,5$ m/mn

c) Dressage, Tronçonnage.

Opération 20-1-1: Dressage d'ébauche de l'écrou (bouchon d'arrêt)

1) Machine: TOUR REVOLVER 1K36 (U R S S)

2) Outil: Outil à dresser Forme 3 (20 x 30), $\hat{\alpha}=8^\circ$, $\hat{\beta}=12^\circ$, $\hat{\gamma}=45^\circ$, $\hat{\gamma}_1=45^\circ$
 $r=2$ mm, Carbure métallique, durée: 60 mn

3) $p=3$ mm

4) $a_b=0,8$ mm/tr, $K_{Ma}=1,0$ (Tableau H 26)

$$a=K_{Ma} \cdot a_b = 0,8 \text{ mm/tr}$$

$a_r=0,8$ mm/tr disponible sur la machine.

5) $V_b=90$ m/mn (Tableau p.28), $K_{V2}=1,14$ (Tableau p.29), $K_{Mv}=0,89$ (Tableau p.30)

$$K_{Ev}=0,85 \text{ (Tableau p.30)}, K_{Gv}=1,0, K_{Dv}=1,0 \text{ (Tableau p.31)}$$

$$V=V_b \cdot K_{V2} \cdot K_{Mv} \cdot K_{Ev} \cdot K_{Gv} \cdot K_{Dv} = 77,6 \text{ m/mn}$$

$n=374$ tr/mn non disponible sur la machine.

On prend $n_r=315$ tr/mn (disponible sur la machine)

$$V_r = 65,2 \text{ m/mn}$$

d) Fraisage.

Opération 60-1-1: Fraisage de rainure sur le canon.

1) Machine: Fraiseuse à com. numer. MC 232 HES (FRANCE)

2) Outil: Fraise à disque 3 tailles denture droite $D=80$ mm

épaisseur $E=16$ mm, $Z=18$ dents, en ARS, durée: 120 mn

3) $p=10$ mm

4) $a_b=0,09$ mm/dent (Tableau p.45)

5) $V_b=45$ m/mn (Tableau p.46), $K_{Mv}=1,0$ (Tableau p.45), $K_{Dv}=1,25$ (Tableau p.46)

$$V=V_b \cdot K_{Mv} \cdot K_{Dv} = 56,2 \text{ m/mn}$$

$n=223$ tr/mn non disponible sur la machine.

On prend $n_r=180$ tr/mn à laquelle correspond $V_r=45,2$ m/mn

e) Perçage au forêt.

Opération 80-1-1: Perçage de trou dans le corps de contre-poupée.

1) Machine: Perceuse radiale GSP (FRANCE)

2) Outil: Forêt $\phi 25$ mm en ARO durée: 45 mn

3) $p = 13 \text{ mm}$

4) $a_b = 0,92 \text{ mm/tr}$, $K_{La} = 1,0$ (Tabl. p.34)

$a_r = a_b \cdot K_{La} = 0,92 \text{ mm/tr}$ non disponible sur la machine.

On prend $a_r = 0,50 \text{ mm/tr}$

5) $V_b = 23 \text{ m/mn}$, $K_{Lv} = 1,0$ (Tabl. p.34) $K_{Mv} = 0,85$

$K_{Av} = 0,80$

$V = V_b \cdot K_{Lv} \cdot K_{Mv} \cdot K_{Av} = 19,5 \text{ m/mn}$

$n = 239 \text{ tr/mn}$ non disponible sur la machine.

On prend $n_r = 224 \text{ tr/mn}$ à laquelle correspond $V_r = 18,2 \text{ m/mn}$.

GAS DU PERÇAGE PROFOND D'EBAUCHE: (Opér. 30-1-1 du canon)

L'outil est spécial de diamètre 37 mm avec lame en carbure fritté type EBISNER à retour axial des copeaux. La longueur forée avant réaffûtage est de 15 m et la longueur forée avant mise en rebut de 160 mm.

Le tableau 3 à la page 238 du manuel "Perçage, Alésage, Pointage, Taraudage mécanique" de L.COMPAIN (Ed. EYROLLES) propose les régimes de coupe suivants: avance = 0,1 mm/tr , Vitesse de coupe = 108 m/mn.

f) DÉFONCAGE au forêt aléteur.

Opération 80-1-4: Défonçage de trou $\phi 15,75 \text{ mm}$ dans le corps.

1) Machine: Perceuse radiale GSP (FRANCE)

2) Outil: Forêt aléteur $\phi 15,75 \text{ mm}$, Carbure métallique, durée: 45 mn

3) $p = 0,875 \text{ mm}$

4) $a_b = 0,7 \text{ mm/tr}$ (Tabl. p.37) non disponible sur la machine.

On prend $a_r = 0,5 \text{ mm/tr}$

5) $V_b = 80 \text{ m/mn}$ (Tabl. p.39), $K_{Tv} = 1,0$ (Donné) , $K_{Dv} = 1,0$ (Tabl. p.40)

$V = V_b \cdot K_{Tv} \cdot K_{Dv} = 80 \text{ m/mn}$ à laquelle correspond $n = 1617,6 \text{ tr/mn}$

non disponible sur la machine. On prend $n_r = 1250 \text{ tr/mn}$ à laquelle correspond $V_r = 61,8 \text{ m/mn}$.

g) Alésage à l'alésoir.

Opération 80-1-5: Alésage trou \varnothing 16 mm dans le corps.

1) Machine: Perçuse GSP (FRANCE)

2) Outil: Alésoir \varnothing 16 mm, Carbure métallique, durée : 45 mn .

3) $p = 0,125$ mm .

4) $a_p = 0,9$ mm/tr (Tabl p. 41) , non disponible sur la machine.

On prend $a_r = 0,5$ mm/tr

5) $V_b = 49$ m/mn (Tabl p. 43), $K_{TV} = 1,0$ (donné) , $K_{DV} = 1,0$ (Tabl. p. 40)

$V = V_b \cdot K_{TV} \cdot K_{DV} = 49$ m/mn à laquelle correspond $n = 975,3$ tr/mn non disponible sur la machine.

On prend $n_r = 900$ tr/mn à laquelle correspond $V_r = 45,2$ m/mn .

h) Taraudage machine.

Opération 80-3-3: Taraudage machine de trou dans le corps.

1°) Machine: Perçuse GSP (FRANCE)

2) Outil: Jeu de tarauds.

3) Passe préalable, passe moyenne, passe de finition.

4) L'avance est égale au pas du filet: $a = 1,5$ mm/tr.

5) $V_b = 9$ m/mn , $V = V_b = 9$ m/mn à laquelle correspond $n = 119$ tr/mn non disponible sur la machine.

On prend $n_r = 112$ tr/mn à laquelle correspond $V_r = 8,4$ m/mn.

i) Filetage à l'outil à fileter

Opération 30-1-6: Filetage de l'alésage du bouchon.

1) Machine: TOUE REVOLVER 1K 36 (URSS)

2) Outil: Outil à fileter d'intérieur, Carbure métallique, durée: 60 mn

3) L'avance est égale au pas du filet: $a = 6$ mm/tr

4) 7 passes d'ébauche , 4 passes de finition .

5°) $V_b = 50$ m/mn (p. 47) , $K_{TV} = 0,86$ (donné)

$V = V_b \cdot K_{TV} = 43,5$ m/mn à laquelle correspond $n = 419,8$ tr/mn qui n'est pas disponible sur la machine .

On prend $n_r = 315$ tr/mn à laquelle correspond $V_r = 32,6$ m/mn

j) RODAGE

Opération 70-1-1: Rodage de l'alésage \varnothing 100 mm du corps

1) Machine: Machine à roder 1A 83 (URSS)

2) Outil: Rodoir à diabolos rapportés 1C 280 400 65V18 (Tyrolit)

3) $p = 0,03$ mm

4) et 5) avance radiale = 0,001 mm (outil expansible)

vitesse circonférentielle = 40 m/mn

vitesse de translation = 20 m/mn

k) Rectification en chariotant

Opération 90-1-1: Rectification extérieure d'ébauche du canon.

1) Machine: Rectifieuse cylindrique universelle Modèle 3151 (URSS)

2) Meule cylindrique \varnothing 400 mm Epaisseur $B_M = 40$ mm

88A 60L 5V (Tyrolit).

3) surépaisseur à enlever $h = 0,15$ mm

4°) $V_{Meule} = 30$ m/s

$$V_{pièce} \approx \frac{V_{Meule}}{100} = 18 \text{ m/mn}, n_{pièce} = 57 \text{ tr/mn}$$

$n_{pièce}$ n'est pas disponible sur la machine. On prend $n_p = 55$ tr/mn (disponible sur

la machine).

$$5) a_{1b} = K' \cdot B_M \cdot n_p = \frac{3}{4} \cdot 40 \cdot 55 = 1650 \text{ mm/mn}, K' = \frac{3}{4} \text{ (Tabl. p. 53)}$$

$$a_1 = a_{1b} : K_1 \cdot K_2 = 1056 \text{ mm/mn}, K_1 = 0,8$$

$$K_2 = 0,8 \text{ (Tabl. p. 54)}$$

$$a_1 = \frac{1056}{55} = 19,2 \text{ mm/tr de la pièce.}$$

$$a_{tb} = 0,023 \text{ mm par course double de la table (Tabl. p. 53)}$$

$$a_{tr} = a_{tb} \cdot K'_1 \cdot K'_2 = 0,012 \text{ mm par course double de la table.}$$

$$K'_1 = 0,67, K'_2 = 0,8 \text{ (Tabl. P. 56)}$$

$$a_{tr} = 0,012 \text{ mm par course double de la table.}$$

l) Rectification en plongée.

Opération 50-1-1: Rectification en plongée du bouchon d'arrêt.

1) Machine: Rectifieuse cylindrique universelle modèle 3151 (URSS)

2) Meule cylindrique \varnothing 30 mm Epaisseur $B_M = 25$ mm

1C6OK5V Tyrolit.

3) $V_{\text{Meule}} = 20$ m/s

$V_{\text{pièce}} \approx \frac{V_{\text{Meule}}}{100} = 12$ m/mn à laquelle correspond $n_{\text{pièce}} = 63 \frac{\text{tr}}{\text{mn}}$

4) Les avances transversales sont du même ordre de grandeur que lors de la rectification en chariotant.

On prendra $a_{\text{tr}} = 0,008$ mm/tr .

Récapitulatif des régimes de coupe pour le corps de la contre-poupée

N° PHASE	PHASE	N° OPERATION	OPERATION DESIGNATION	N° M-OUTIL	N° OUTIL	l (mm)	∅ (mm)	p (mm)	i nombre passes	a _b (mm/dent)	V _b (m/mn)	a _r (mm/tr)	V _r (m/mn)	n _r (tr/mn)
10	FRAISSAGE	10-1-1	Surfaçage (ébauche)	1	1	459	500	3,5	1	0,28	96	950	98,9	63
		10-2-1	Surfaçage (ébauche)		2	450	250	3,5	1	0,30	102	755	75,3	96
			1/2 finition			450	250	1,0	1	0,20	102	600	94,2	120
			finition		"	450	250	0,5	1	0,15	102	476	94,2	120
		10-3-1	Surfaçage 1/2 finition		3	459	500	1,0	1	0,20	96	755	98,9	63
			finition		"	459	500	0,4	1	0,15	96	476	98,9	63
20	FRAISSAGE	20-1-1	Fraisage en bout (ébauche)	3	4	450	100	4,5	1	0,32	141	950	94,2	300
		20-1-2	Fraisage en bout (ébauche)		"	399	100	4,5	2	0,32	141	950	94,2	300
		20-1-3	Fraisage en bout (ébauche)		"	450	100	4,5	1	0,32	141	950	94,2	300
		20-2-1	Fraisage en bout ébauche		5	140	200	1	1	0,32	141	950	91	145

Récapitulatif des régimes de coupe pour le corps de contre - poupée (suite)

N° PHASE	PHASE	N° OPERATION	OPERATION DESIGNATION	N° M-OUTIL	N° OUTIL	l (mm)	ϕ (mm)	p (mm)	i	a_b (mm/dent)	v_b (m/mn)	a (mm/min)	v_r (m/mn)	n_r (tr/mn)		
30	F R A I S A G E	30-1-1	Rainurage simple (ébauche)	4	6	390	63	4,2	5	0,3	70	840	69,2	350		
		30-1-2	Rainurage incliné (1° ébauche)		7	390	40	4	1	0,3	70	840	69,2	350		
			2° ébauche	"	390	40	3	1	0,3	70	840	69,2	350			
			1/2 finition	"	390	40	0,8	1	0,2	90	720	88,9	450			
			finition	"	390	40	0,2	1	0,1	100	400	98,2	400			
		30-1-3	Rainurage en queue d'aronde (ébauche)	8	390	63	4	1	0,3	70	840	69,2	350			
		1/2 finition	"		390	63	1	1	0,2	90	720	88,9	450			
		1° finition	"		390	63	0,55	1	0,1	100	400	98,2	500			
		2° finition	"		390	63	0,05	1	0,1	100	400	98,2	500			
		3° finition	"		390	63	0,027	1	0,1	100	400	98,2	500			
		40	traisage	40-1-1	Rainurage incliné	1	9	390	80	2	1	0,25	35	500	32	127
		50		50-1-1	Alésage ébauche et 1/2 finition	5	10	538	89	4,7	1	0,60 mm/tr	95	0,52 mm/tr	60,9	200

Récapitulatif des régimes de coupe pour le corps de contre-poupée (suite)

N° PHASE	PHASE	N° OPERATI- -ON	OPERATION DESIGNATION	N° M. OUTIL	N° OUTIL	l (mm)	∅ (mm)	p (mm)	i	a _b (mm/dent)	V _b (m/mm)	a _r (mm/mm)	V _r (m/mm)	n _r (tr/mm)
50	ALESAGE	50-1-2	Dressage 1/2 finition et chanfreinage		11	2,5	140	-	-	-	-	0,52 mm/tr	60,9	200
		50-1-3	Alésage finition		10	535	98,4	0,47	1	0,20 mm/tr	175	0,19 mm/tr	124	400
		50-1-4	Dressage fi- nition et chanfreinage		11	1,0	140	-	-	-	-	0,19 mm/tr	124	400
60	ALESAGE	60-1-1	Alesage fin (préalésage)	5	12	534,5	99,4	0,2	1	0,10 mm/tr	200	0,097 mm/tr	125,2	400
		60-1-2	Dressage ébau- che et 1/2 finition		11	3,5	140	-	-	-	-	0,097 mm/tr	125,2	400
		60-1-3	Alésage fin (alésage final)		12	531	99,8	0,1	1	0,10 mm/tr	200	0,097 mm/tr	125,2	400
		60-1-4	Dressage (finition)		11	1,0	140	-	-	-	-	0,097 mm/tr	125,2	400
70	RODAGE	70-1-1	Rodage de l'alesage	12	13	530	100	0,03	30	avance radiale a _r = 0,001 mm par course. Vitesse de translation = = 20 m/mm			34,5	
80		80-1-1	Perçage ∅ 26		28	50	26	13	1	0,92 mm/tr	23	0,50 mm/tr	18,2	224

Récapitulatif des régimes de coupe pour le corps de contre-poupée (suite)

N° PHASE	PHASE	N° Opération	DESIGNATION OPERATION	N° M-OUTIL	N° OUTIL	l (mm)	∅ (mm)	p (mm)	i	a _p (mm/dent)	V _b (n/mm)	a _r (mm/mm)	V _r (n/mm)	n _r tr/mm
80	P E R C E	80-1-2	Perçage ∅ 20 mm	6	29	50	20	10	1	0,78 mm / tr	20	0,50 mm/tr	10	160
		80-1-3	Perçage ∅ 14 mm		30	20	14	7	1	0,62 mm/tr	20	0,50 mm/tr	9,8	224
		80-1-4	Défonçage ∅ 15,75 mm		31	20	15,75	0,875	1	0,7 mm/tr	80	0,50 mm/tr	61,8	1250
		80-1-5	Alesage ∅ 16 mm		32	20	16	0,125	1	0,9 mm/tr	49	0,50 mm/tr	45,2	900
		80-2-1	Perçage ∅ 17 mm		33	55	17	8,5	1	0,68 mm/tr	20	0,50 mm/tr	11,9	224
		80-2-2	Lamage ∅ 28 mm		34	2	28	5,5	1	0,43 mm/tr	30	0,4 mm/tr	28,1	320
		80-2-3	Perçage ∅ 6,5 mm		35	80	6,5	3,25	1	0,36 mm/tr	20	0,36 mm/tr	13	640
		80-2-4	Défonçage ∅ 28 mm		36	55	28	10,75	1	0,95 mm/tr	70	0,50 mm/tr	56,2	640
		80-3-1	Défonçage ∅ 45 mm		37	265	45	9,5	1	1,3 mm/tr	50	0,50 mm/tr	45,2	224
		80-3-2	Lamage ∅ 50 mm		38	5	50	12	1	0,8 mm/tr	48	0,5 mm/tr	35,1	224
		80-3-3	Taroudage M 24		39	22	24	2	3 par trou	1,5 mm/tr	9	1,5 mm/tr	8,4	112
		80-3-4	Perçage ∅ 8 mm		40	26	8	4	1	0,40 mm/tr	20	0,36 mm/tr	11,3	450

Récapitulatif des régimes de coupe pour le corps de contre-poupée (suite et fin).

N° PHASE	PHASE	N° Opération	Désignation Opération	N° M-OUTIL	N° OUTIL	l	ϕ	p	i	a_b	V_b	a_r	V_r	n_r
						(mm)	(mm)	(mm)		mm/dent	(m/mn)	(mm/mn)	(n/mn)	(tr/mn)
88	P E R C A G E	80-3-5	Défonçage ϕ 9,75 mm/		41	26	9,75	0,875	1	0,40 mm/tr	60	0,36 mm/tr	55,1	1800
		80-3-6	Alésage ϕ 10 mm		42	26	10	0,125	1	0,65 mm/tr	52	0,50 mm/tr	39,2	1250
		80-3-7	Perçage ϕ 48 mm		43	145	48	24	1	1 mm / tr	23	0,50 mm/tr	13,56	90
		80-3-8	Défonçage ϕ 49,75 mm		44	145	49,75	0,875	i	0,8 mm/tr	59	0,5 mm/tr	49,9	320
		80-3-9	Alésage ϕ 50 mm		45	145	50	0,125	1	1,1 mm/tr	25	0,50	25,1	160
		80-4-1	Perçage ϕ 17mm		46	55	17	8,5	1	0,68 mm/tr	20	0,50 mm/tr	11,9	224
		80-4-2	Lamage ϕ 28 mm		47	2	28	55	1	0,43 mm/tr	30	0,4 mm/tr	28,1	320
		80-4-3	Perçage ϕ 6,5 mm		48	80	6,5	3,25	1	0,36 mm/tr	20	0,36 mm/tr	13	640
		80-4-4	Défonçage ϕ 28 mm		49	55	28	10,75	1	0,95 mm/tr	70	0,50 mm/tr	56,2	640
90		90-1-1	TARAUDAGE MANUEL 2 TROUS M8						Outil N° 50					

Récapitulatif
des Régimes de coupe pour le canon de contre-poupée

N° PHASE	PHASE	N° OPERATION	OPERATION DESIGNATION	N° OUTIL	N° OUTIL	l (mm)	∅ (mm)	p (mm)	i	a _b (mm/tr)	v _b (m/mn)	a _r (mm/tr)	v _r (m/mn)	n _r (tr/mn)
10		10-1-1	Fraisage en bout	2	51	110	160	4, sur chaque bout	1	0,25 mm/dent	130	560 mm/mn	112,5	224
		10-1-2	Perçage trous de centrage		52	15	6	3	1	0,16	27	0,16	16,9	900
		20-1-1	Chariotage ébauche	7	53	445	110	3,3	1	1,00	148	0,8	120,8	350
		20-2-1	Chariotage ébauche		30	110	3,3	1	1,00	148	0,8	120,8	350	
30		30-1-1	Perçage profond ébau.	7	54	475	37	18,5	1	0,1	110	0,1	104,5	900
		30-1-2	Alésage ébau.		55	350	55	3	3	0,50	171	0,45	95,8	710
40		40-1-1	Alésage conique ébauche	7	56		37	2	1	0,45	187	0,45	104,5	900
		40-1-2	Alésage conique (1/2 fin.)		57		41	1	1	0,32	235	0,315	116,8	900
			Alésage conique (finition)				43,6	0,3	1	0,20	296	0,20	151,2	1120
		40-2-1	Alésage cylind. (1/2 finition)	57	55	55	0,8	3	0,32	232	0,315	122,6	710	
		40-2-2	Alésage (finition)	58	55	60	0,1	1	0,8	15	0,77	13,3	71	

Récapitulatif des régimes de coupe pour le canon de contre 1 poupee (suite)

N° PHASE	PHASE	N° OPERATION	OPERATION DESIGNATION	N° OUTIL	N° OUTIL	l (mm)	∅ (mm)	p (mm)	i	a _r (mm/tr)	V _h (m/mn)	a _r (mm/tr)	V _r (m/mn)	n _r (tr/mn)	
		40-2-3	Chanfreinage		59	-	-	-	-	-	-	-	-	710	
50		50-1-1	Chariotage (1/2 finition)	7	60	445	103,4	1,0	1	0,38	220	0,38	181,8	560	
		50-1-2	Chariotage (finition)		61	445	101,4	0,5	1	0,25	280	0,25	226,0	710	
		50-1-3	Chanfreinage		62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	710
		50-2-1	Chariotage (1/2 finition)		60	30	103,4	1,0	1	0,38	220	0,38	181,8	560	
		50-2-2	Chariotage (finition)		61	30	101,4	0,5	1	0,25	280	0,25	226,0	710	
		50-2-3	Chanfreinage		62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	710
60		60-1-1	Rainurage	4	63	300	80	10	1	0,09 mm/dent	45	291 mm/mn	45,2	180	
		60-1-2	Rainurage		64	226	60	2	1	0,09 mm/dent	43	421 mm/mn	48,9	260	
		60-1-3	Fraisage		65	8	15	7,5	1	-	-	70 mm/mn	12,2	260	
		60-1-4	Perçage		66	16	10,5	5,25	1	0,25	25	88 mm/mn	9,3	300	

Récapitulatif des régimes de coupe pour le canon de contre-poupée (suite et fin)

N° PHASE	PHASE	N° OPERATION	OPERATION DESIGNATION	N° M-OUTIL	N° OUTIL	l (mm)	∅ (mm)	p (mm)	i	a _b (mm/tr)	v _b (m/mn)	a _r (mm/tr)	v _r (m/mn)	n _r (tr/mn)	
70		70-1-1	Perçage		67	29	8,4	4,2	4 trous	0,20	28	0,18	16,8	640	
80			T R A I T E M E N T			T H E R M I Q U E									
90	RECTIFICATION	90-1-1	Rectificati- on cylin. extérieure (ébauche)	11		390	100	a _{tr} = 0,012 mm	13	a ₁ = 1056 mm/mn	-	-	Vitesse de la meule =30 m/s	rotation de la pièce n _p = 55 tr/mn	
			puis finition			390	100	a _{tr} = 0,008 mm	7	a ₁ = 293 mm/mn	-	-			
		90-1-2	Rectificati- on cylind. ext. (éb.)			61	100	a _{tr} = 0,012 mm	13	a ₁ = 1056 mm/mn	-	-			
			puis finition			61	100	a _{tr} = 0,008 mm	7	a ₁ = 293 mm/mn	-	-			
100	RECTIFICATION	100-1-1	Rectificati- on de l'ale- sage conique ébauche	11		117	44	a _{tr} = 0,009 mm	17	a ₁ = 688 mm/mn	-	-	Vitesse de la meule =20 m/s	rotation de la pièce n _p =86 tr/mn	
			puis finition			125	44	a _{tr} = 0,006 mm	9	a ₁ = 215 mm/mn	-	-			
110			TARAUDAGE MANUEL		N° 68		trou M10								N°69 trou M12

-67-

Récapitulatif des régimes de coupe pour le bouchon d'arrêt de contre-poupée

N° PHASE	PHASE	N° OPERATION	OPERATION DESIGNATION	N° M-OUTIL	N° OUTIL	(mm)	∅ (mm)	p (mm)	i	a _b (mm/tr)	V _b (m/mn)	a _r (mm/tr)	V _r (m/mn)	n _r (tr/mn)
10	TOURNAGE	10-1-1	Dressage (ébauche)	10	14	41	102	2	1	1,1	82	1,06	64	200
		10-1-2	Dressage (finition)		15	41	102	1	1	0,28	144	0,28	100,8	315
		10-1-2	Chariotage (ébauche)		16	13	102	2	1	1,00	82	1,00	64	200
		10-1-3	Chanfreinage		17	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	TOURNAGE	20-1-1	Dressage (ébauche)	9	16	23	66	3	1	0,8	90	0,8	65,2	315
		20-1-2	Dressage (ébauche)		17	15	96	2,5	1	1,1	78	1,06	60,2	200
		20-1-3	Défonçage		18	55	20	2,87 5	1	0,8	65	0,71	19,7	315
		20-1-4	Chariotage (ébauche)		19	45	66	2,3	1	0,8	88	0,71	65,2	315
		20-1-5	Préalésage (ébauche)		20	55	25,9	0,075	1	0,85	32	0,84	36,6	
		20-1-6	Alésage Final (finition)		21	55	26	0,05	1	0,85	32	0,84	36,7	

Récapitulatif des régimes de coupe pour le bouchon d'arrêt de contre-poupée (suite et fin)

N° PHASE	PHASE	N° OPERATION	OPERATION DESIGNATION	N° M-OUTIL	N° OUTIL	L (mm)	∅ (mm)	p (mm)	i	a_{ϕ} (mm/tr)	V_b (m/mn)	a_r (mm/tr)	V_r (m/mn)	n_r (tr/mn)
30	TOURNAGE	30-1-1	Chariotage (1/2 finition)	10	22	45	63,4	1	1	0,26	148	0,25	122	630
			puis finition			45	61,4	0,5	1	0,25	148	0,25	118	630
		30-1-2	Chanfreinage ext. et int.	10	22	-	-	-	-	-	-	-	-	630
		30-1-3	Dressage (finition)		22	15		0,5	1	0,20	158	0,20	150,7	500
		30-1-4	Saignage		23	1		12	1	-	-	0,07	150,7	500
		30-1-5	Chambrage		24	5		5	1	-	-	manu-elle	150,7	500
		30-1-6	Filetage		25	55	32		7 éb. 4 fin	-	50	6	31,7	315
40	PERÇAGE	40-1-1	Perçage 4 trous ∅ 11 mm	6	26	10	11	5,5	1	0,30	24	0,25	15,5	450
50	RECTIFICATION	50-1-1	Rectification cylindrique extérieure en plongée	11	33		60			$a_{tr} = 0,008$ mm/tr			Vitesse Meule = 20 m/s	Rotation Pièce = 63 tr/mn

N° PHASE	PHASE	N° OPERATION	Opération.	N° M/ Outil	N° Outil.	l (mm)	φ (mm)	P (mm)	i	a _b (mm/tr)	V _b (m/mn)	a _r (mm/tr)	V _r (m/mn)	n _r (tr)		
30	TOURNAGE	30-1-1	Chariotage par copiage.	8	78	132	35	3,5	1	0,43	184	0,40	78	710		
		30-1-2	Demie finition		79	150	35	1	1	0,31	246	0,28	78	710		
							150	33	0,3	1	0,18	300	0,18	109,9	1000	
		30-1-3	Saignage et chanfreinage ebauche		80	4,7	22,4	4								
					80	1,95	25,4	2	1	0,43	182	0,48	70,3	1000		
					80	3,95	32,4	2								
					80	4,7	22,4	0,9	1	0,31	246	0,48	70,3	1000		
					80	1,95	25,4	0,1	1	0,18	300	0,48	70,3	1000		
					80	1,95	25,4	0,1	1	0,18	300	0,48	70,3	1000		
		30-1-4	Filetage métrique.		81	16	16				3 Ebau. 2 Fini.	3	115	3	20,1	400
40	Pré-sage	40-1-1	Rainurage.	4	82	40	6	3,8+0,16	1	a _d =0,08	90	480 mm/mn	90	2000		
50	RECTIFICATION	50-1-1	Rectification en plongée	11	Meule 50AG6MAY tyrolit	17	32	-	-		a _t b=0,013	18	0,005	18	165	
		50-1-2	Rectification Ebauche.			51	25,4	-	25		a ₁ b=1650	13	888 mm/mn	13	165	
		50-1-3				48	22,4	-		a _t b=0,011	11,6	a _t =0,007	11,6	165		
		50-1-4	Rectification finition			51	25,4	-		a ₁ b=1650	13	784 mm/mn	13	165		
		50-1-5				48	22,4	-	12	a _t b=0,011	11,6	0,005	11,6	165		

-11-


~~~~~  
^ TEMPS TOTAL D'EXECUTION ^  
~~~~~

Nous avons établi dans ce qui a précédé tous les régimes de coupe nécessaires au calcul du temps de coupe T_c pour chaque opération réalisée sur chaque pièce, les calculs sont faits à l'aide d'un formulaire donné par les tableaux pages 73-74 selon le type d'usinage. Il représente le temps principal. Pour établir le temps d'exécution total (ou temps alloué à l'ouvrier pour la fabrication de l'objet) nous avons besoin de calculer aussi les temps manuels T_m et les temps d'arrangement T_a exprimés en mn. Le schéma de composition du temps d'exécution T_e est donné en page.

Les temps d'arrangement T_a sont les temps nécessaires à la mise en train du travail, c'est - à - dire à la lecture du dessin, à la recherche des outils et instruments de mesure, à la préparation de la machine etc... Les temps d'arrangement ne se comptent qu'une fois par série de 50 pièces.

Les temps manuels T_m comprennent la mise en place de la pièce, son serrage, l'approche de la pièce par l'outil, les mesures, contrôlés et réglages en cours d'usinage, le desserrage et l'enlèvement de la pièce. Les temps manuels s'additionnent aux temps de coupe pour former le temps de base T_b et se comptent autant de fois qu'il y a de pièces par série c'est-à-dire à chaque opération.

Les temps supplémentaires de parties T_s se composent des nettoyages, des graissages, des contrôles supplémentaires, de l'évacuation des copeaux, des absences pour besoins personnels, de la mise en marche et de l'arrêt des machines, etc... Ils varient de 6 à 15 % du temps de base. On prend 15 %.

Les tableaux (pages 73 à 79) nous donnent ces valeurs.

Pour des raisons de commodité de calculs nous avons calculé le T_a et le T_m pour chaque phase pour calculer le T_e par phase.

~~~~~  
 ^ TABLEAU FORMULAIRE DES TEMPS DE COUPE. ^  
 ~~~~~

OPERATION	TEMPS DE COUPE T_c (mm)	DEGAGEMENT l_2 (mm)	ENGAGEMENT l_1 (mm)
Tournage longitudinal et dressage.	$T = \frac{l + l_1 + l_2}{a \times n} \times i.$	1 à 3 mm	$l_1 = \frac{P}{t \cdot g} + (0,5 \text{ à } 2) \text{ mm}$
Tronçonnage.	$T = \frac{l + l_1 + l_2}{a \times n} \times i.$	0,5 à 2	0,5 à 2
Filetage	$T = \frac{l + l_1 + l_2}{a \times n} \times i.$	(1 à 3) x pas	(1 à 3) x pas.
Fraisage	$T = \frac{l + l_1 + l_2}{a \times n} \times i$	1 à 6	$l_1 = \sqrt{F(D-b)} + (0,5 \text{ à } 3)$
Fraisage des rainures	$T = \frac{h + (0,5 \text{ à } 1)}{a_{\text{vert}}} + \frac{(l-d)}{a_{\text{hor}}}$		d= diametre de la fraise.
Fraisage Cylindrique.	$T = \frac{l + l_1 + l_2}{a \times n} \times i$	1 à 3	$l_1 = \sqrt{h(D-h)} + (0,5 \text{ à } 3)$
Fraisage Cylindrique à outil rapporté	$T = \frac{l + l_1 + l_2}{a \times n} \times i$	1 à 6	$l_1 = 0,5(D - \sqrt{D^2 - b^2}) + \frac{h}{t \cdot g}$
Perçage au foret et lamage.	$T = \frac{l + l_1}{a \times n}$	1 à 3	$l_1 = 0,3 d$
Alesage à l'alesoir.	$T = \frac{l + l_1 + l_2}{a \times n}$	0,3 à 0,5	$l_1 = \frac{D-d}{2} \cotg \theta + (0,5 \text{ à } 2)$
Taraudage	$T = 2 \times \frac{l + l_1 + l_2}{a \times n}$	(2 à 3) x Pas du filet	(1 à 3) x Pas du filet.

-73-

FORMULAIRE DES TEMPS DE COUPE (SUITE)

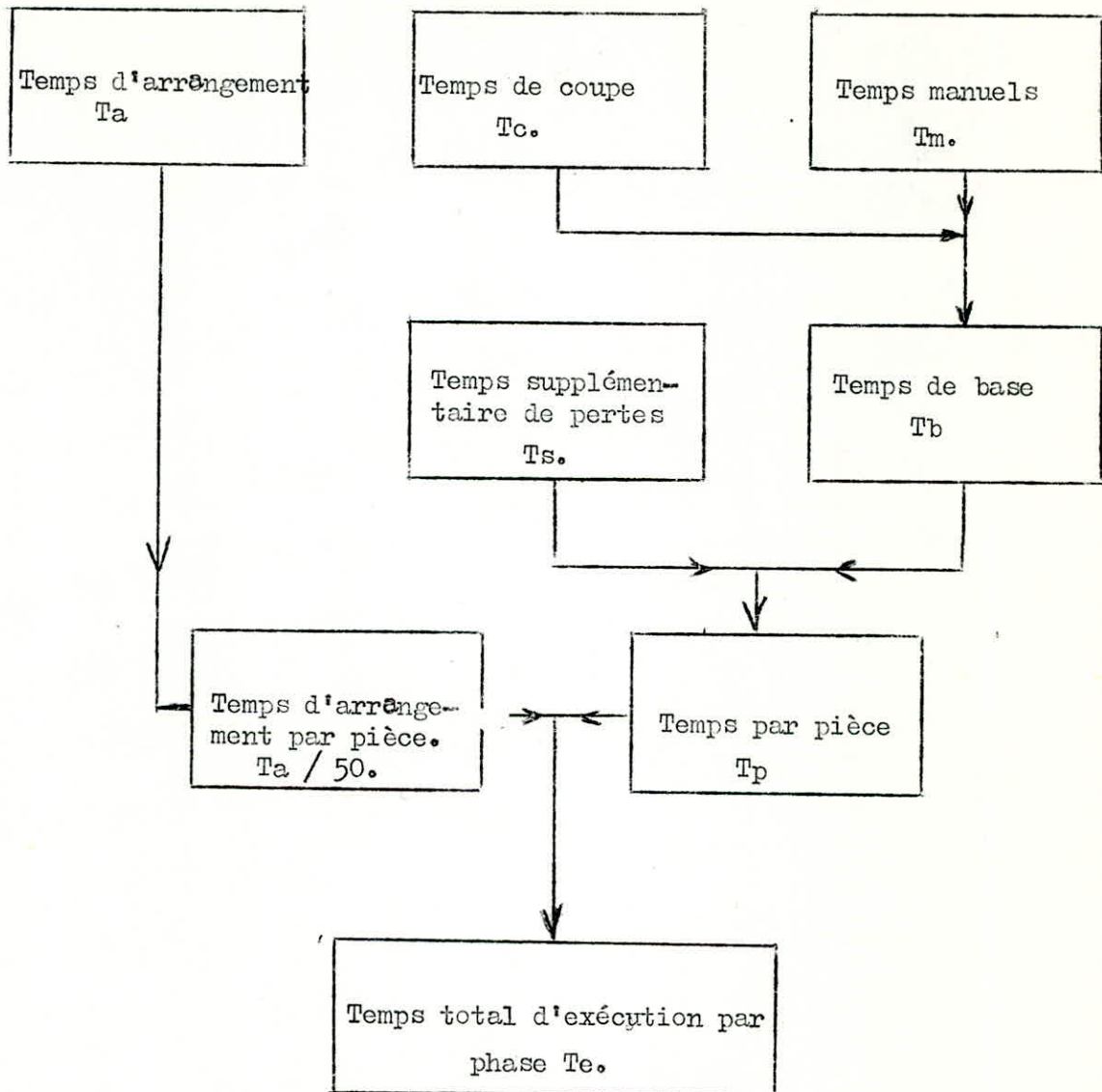
OPERATION	TEMPS DE COUPE T_c (mm)	DEGAGEMENT l_2 (mm)	ENGAGEMENT l_1 (mm) LONGUEUR D'USINAGE L (mm)
Rodage	$T_c = \frac{h}{a_r \times n_x}$	Vitesse $n_x = \frac{1000 V}{2(l_1 + l_2)}$	$l_1 = l_2 = 25$ mm
Rectification en plongée	$T_c = \frac{h}{a_{tr} \times n_p} K$		
Rectification	$T_c = \frac{L}{a_1 \times n_p} \times \frac{h}{a_{tr}} K$		$L = 1 - (0,2 \text{ à } 0,4) B_M$

COEFFICIENT DE CORRECTION K EN RECTIFICATION POUR LE TEMPS DE COUPE.

K	Finition	Ebauche
	1,2 à 1,4	1,3 à 1,7

SCHEMA DE LA COMPOSITION DU TEMPS TOTAL

D'EXECUTION.



Ta = Temps d'arrangement

Tc = Temps de coupe

Tm = Temps manuels

Tb = Temps de base

= Tc + Tm

Ts = Temps supplémentaires de pertes
= 6 - 15 % de Tb

Tp = Temps par pièce
= Tb + Ts = 1,15 Tb.

Te = Temps total d'exécution/Phase
= Ta / 50 + Tp.

TEMPS D'ARRANGEMENT T_a

Mise en train	Minutes.
Etude du dessin, déplacement outillage	10
Temps supplémentaire pour chaque outil.	1
Installation en fonction du serage.	Minutes.
Travail entre pointes	8
Travail sur tasseau	10
Travail sur mandrin 3 mors	8
Travail sur plateau au mors doux	14
Montage de la lunette	10
Installation en fonction de l'opération	Minutes.
Montage et réglage d'un burin (démontage compris).	3
Pour chaque réglage supplémentaire.	1
Mandrin de contre perçage (démontage compris).	2
Préparation pour tournage conique (sans essai)	12
Préparation pour filetage extérieur (sans montage des roues.	6
Préparation pour filetage intérieur (sans montage des roues).	8
Montage des roues pour filetage	10

TEMPS AU TOURNAGE

TEMPS MANUELS T _m .					
Manutention et serrage.	Kg	0 à 2,5	2,5 à 5	5 à 25	25 à 50
Prendre pièce d'une table		0,1	0,15	0,2	-
Serrer entre pointe		1	1,6	3	6
Sur tasseau		2	2,5	3,5	4,5 à 8.
Dans mandrin 3 mors.		0,3	0,5	0,8	1 à 2
Sur plateau 4 mors		1	1,5	2	2 à 4
En lunette		0,5	1	1,5	2 à 4
Réglage, mesure				1° Passe	Passe suivantes
Ebauche				1	0,3
Finition $\pm 0,1$ mm				1,3	0,6
Finition $\pm 0,01$ mm				2	1,3

T E M P S A U P E R C A G E

TEMPS D'ARRANGEMENT	Ta
Mise en train	Minutes
Etude du dessin, déplacement outillage.	10
Préparation de la machine (réglage table etc...)	4
Pour chaque outil supplémentaire	1
Installation en fonction du serrage)	Minutes.
Fixation d'une butée	1
Réglage d'un étau	1,5
Réglage des cales d'épaisseur	2
Posage avec brides	4
Montage sur équerre, incliner la table	8
Installation en fonction de l'opération	Minutes.
Montage et réglage d'un forêt	1,5
Montage et réglage d'un appareil à tarauder	6
Montage et réglage d'un alesoir expansible	4
Montage et réglage d'un porte lame	4

TEMPS MANUELS Tm	
Manutention serrage, mesure	Minutes
Prendre et serrer la pièce	0,5 à 1
Contrôle des profondeurs	0,5

TEMPS AU FRAISAGE

TEMPS D'ARRANGEMENT Ta				
Mise en train				Minutes
Etude du dessin déplacement outillage				10
Pour chaque outil supplémentaire				1
Installation en fonction du serrage et de l'opération				
Genre de serrage	Genre de montage.			
	1 fraise	2 fraises	3 fraises	4 fraises
Avec bride	21	26	29	32
Dans un étau	21	26	29	32
Dans un petit montage.	21	26	29	32
Dans un grand montage.	28	33	36	39
Sur une équerre	28	33	36	39
Sur diviseur	32	37	40	43
Supplément pour travail avec 1 bras porte fraise 5 à 15 mm				
Fraisage additionnel avec le même outillage 5-15 mm				

TEMPS MANUELS Tm			
Manutention et serrage	0 à 2 Kg	2 à 10	10 à 25
Serrage avec brides	1,5 à 2	2,5 à 3	3,5 à 5
Serrage dans un étau	1 à 2	1,5 à 2,5	2 à 3,5
Serrage dans un montage simple.	1 à 2,5	2,5	3,5
Serrage sur une équerre.	2 à 3	3 à 4	4 à 6
Serrage sur diviseur (Noz)	0,5-1	1-1,5	1,5-2
Serrage sur div. (c. Pointe)	1-1,5	1,5-2,5	2,5-3
Serrage sur diviseur (mondrin).	1-2	3-4	4-5
Réglage mesure	d'après règle de la machine.	d'après jauge.	Régler 2 côtes simultanément.
Ebauche	0,5	-	1,2
Finition $\pm 0,1$ mm	0,5	2	2,5
Finition $\pm 0,01$ mm	1,5	3	4

TEMPS AU MEULAGE.

TEMPS D'ARRANGEMENT Ta	
Mise en train.	Minutes
Etude du dessin, déplacement outillage	8
Préparer meule.	6
Réglage vitesse avances butées.	6
Pour chaque ϕ supplémentaire de la même pièce	2
Installation en fonction du serrage et de l'opération.	Minutes
Meulage en lunette	3
Meulage en mandrin	3
Meulage en pince extensible	4
Réglage pour meulage cylindrique conique	7
Changer la meule.	5

-79-

TEMPS MANUELS				
Manutention et serrage.	0, - 2,5 Kg	2,5 - 5 Kg	5 - 10 Kg	10-25 Kg.
Serrer à desserrer	0,5	0,6	0,8	1,5
Retourner la pièce.	0,4	0,5	0,6	1
Réglage et mesure	Longueur à rectifier en mm.			
	100	200	400	800
Précision selon qualité 7.	0,7	1,2	1,6	2
Precision selon la qualité 6.	1	1,8	2,3	3
Precision selon la qualité 5.	1,4	2,4	3	4

EXEMPLES DE CALCUL DES TEMPS DE COUPE.

1) Fraisage en bout.

Usinage du canon de contre-poupée:

Opération 20-1-1: Fraisage en bout.

$$l_1 = 4(160 - 100) + 22,5 = 18 \text{ mm}, \quad l_2 = 2 \text{ mm}, \quad l = 100 \text{ mm}$$

$$a = 2,5 \text{ mm/tr}, \quad n = 224 \text{ tr/mn}$$

$$T_c = \frac{100 + 18 + 2}{2,5 \cdot 224}$$

$$T_c = 0,21 \text{ mn}$$

2) Fraisage de rainure. Opér. 60-1-1 pour le canon.

$$l = 226 \text{ mm}, \quad d = 60 \text{ mm}, \quad a_1 = 421 \text{ mm/mn} \quad T_c = \frac{226 - 60}{421} = 0,39 \text{ mn}$$

3) Perçage au forêt. Opér. 30-1-1 pour le canon.

$$l = 475 \text{ mm}, \quad l_1 = 12 \text{ mm}, \quad a = 0,1 \text{ mm/tr}, \quad n = 900 \text{ tr/mn}$$

$$T_c = \frac{475 + 12}{0,1 \cdot 900} = 5,40 \text{ mn}$$

4) Alésage à l'alésoir. Opér. 40 - 2 - 2

$$l = 55 \text{ mm}, \quad l_1 = 2 \text{ mm}, \quad a = 0,77 \text{ mm/tr}, \quad n = 71 \text{ tr/mn}, \quad l_2 = 0,5 \text{ mm}$$

$$T_c = \frac{55 + 2 + 0,5}{0,77 \cdot 71} = 1,04 \text{ mn}$$

5) Baraudage. Opér. 80-3-3 pour le corps.

$$L = 265 \text{ mm}, \quad l = 22 \text{ mm}, \quad l_1 = 3 \text{ mm}, \quad l_2 = 3 \text{ mm}, \quad a = 1,5 \text{ mm/tr}, \quad n = 112 \text{ tr/mn}$$

$$T_c = \frac{3 + 22 + 3}{1,5 \cdot 112} \cdot 2 = 0,33 \text{ mn pour une passe et un trou}$$

6) Tournage longitudinal. Opération 50-1-1 pour le canon.

$$l = 445 \text{ mm}, \quad l_1 = 3 \text{ mm}, \quad l_2 = 0 \text{ mm}, \quad i = 1, \quad a = 0,38 \text{ mm/tr}, \quad n = 560 \text{ tr/mn}$$

$$T_c = \frac{445 + 3}{0,38 \cdot 560} = 2,11 \text{ mn}$$

7) Tournage transversal (dressage ou tronçonnage).

Opér. 20-1-1 pour l'écrou (Bouchon d'arrêt)

$$l = 23 \text{ mm}, \quad l_1 = 4 \text{ mm}, \quad l_2 = 3 \text{ mm}, \quad i = 1, \quad a = 0,8 \text{ mm/tr}, \quad n = 530 \text{ tr/mn}$$

$$T_c = \frac{23 + 4 + 3}{0,8 \cdot 530} = 0,12 \text{ mn}$$

8) Filetage à l'outil.

Opération 30-1-6 pour l'écrou.

$l=55$ mm, $l_1=6$ mm, $l_2+=6$ mm, $i=15$ passes, $a=6$ mm/tr, $n=315$ tr/mm .

$$T_c = 2 \frac{55 + 6 + 6}{6 \cdot 315} \cdot 15 = 1,20 \text{ mm}$$

9) Rectification Exterieur ou intérieure.

Opération 90-1-1 pour le canon.

$l=390$ mm, $B_M=40$ mm, $h=0,15$ mm, $a_1=1056$ mm/mm, $a_{tr}=0,012$ mm, $K=1,5$

$$T_c = \frac{390 - 0,3 \cdot 40}{1056} \cdot \frac{0,15}{0,012} = 7,06 \text{ mm}$$

10) Rectification en plongée.

Opération 50-1-1 pour l'écrou.

$$T_c = \frac{h=0,2}{0,008 \cdot 63} \cdot 1,4 = 0,56 \text{ mm}$$

11) RoDage. Opération 70-1-1 pour le corps.

$a_r=0,001$ mm, $V_n=40$ m/mn, $l=530$ mm, $l_1=l_2=25$ mm, $h=0,03$ mm .

$$n_x = \frac{40 \cdot 1000}{2(530 + 25 + 25)} = 34,5 \text{ min}^{-1}$$

$$T_c = \frac{0,003}{0,001 \cdot 34,5} = 0,87 \text{ mn} .$$

CALCUL DETAILLE DU TEMPS MANUEL T_m .
 POUR LA PHASE 20. DE L'AXE EN TOURNAGE.

OPERATION	$T_m /$ Opérations	Nombre Opér.	T_m (mn).
Serrer entre pointes.	1	2	1
Montage en lunette.	0,5	2	1
Retourner pièce.	0,4	1	0,4
Demontage pièce.	0,5	1	0,5
Démontage lunette.	0,2	2	0,4
Réglage mesure ébauche 1° passe.	1	2	2
Réglage mesure ébauche passes suivantes.	0,3	14	4,2
Réglage mesure demi-finition	0,6	4	2,4
Réglage mesure finition	1,3	1	1,3
Prendre piece	0,1	1	0,1
Poser piece	0,1	1	0,1

CALCUL DETAILLE DU TEMPS D'ARRANGEMENT
 POUR LA PHASE 20.

OPERATION	T_a (mn)
Etude dessin- déplacement outillage.	10
T_s / Outil	6
Travail entre-pointe.	8
Montage de la lunette.	10
Montage-démontage outil Reglage.	9
Preparation pour filetage exterieur.	6

Récapitulatif des temps pour le corps de contre-poupée.

N° PHASE	PHASE	N° OPERATION	OPERATION DESIGNATION	N° M-OUTIL	L (mm)	a (mm/mm)	n (tr/mm)	i	Tc (mn)	Tm (mn)	Tp (mn)	Ta/50 (mn)	Te (mn)
10	FRAISAGE	10-1-1	Surfaçage (ébauche)	1	483	950	63	1	0,51				
		10-2-1	Surfaçage (ébauche)		472	755	96	1	0,63				
			Surfaçage (1/2 finition)		466	600	120	1	0,78				
			Surfaçage (finition)		463	476	120	1	0,97				
			10-3-1		Surfaçage (1/2 finition)	478	755	63	1	0,63			
			Surfaçage (finition)		473	476	63	1	0,99	18,4	26,35	0,69	27,04
20	FRAISAGE	20-1-1	Fraisage en bout (ébauche)	3	472	950	300	1	0,50				
		20-1-2	Fraisage en bout (ébauche)		421	950	300	2	0,89				

Récapitulatif des temps pour le corps de contre-poupée (suite)

N° PHASE	PHASE	N° Opération.	OPERATION DESIGNATION	N° OUTIL	L	a	n	i	Tc	Tm	Tp	Ta/50	Te	
					(mm)	(mm/min)	(tr/min)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		
20	Fraisage	20-1-3	Fraisage en bout (ébauche)		472	950	300	1	0,50	.	1			
		20-2-1	Fraisage en bout (ébauche)		161	950	145	1	0,17	8,4	12,03	0,69	12,72	
30	FRAISAGE	30-1-1	Rainurage simple (ébauche)	4	410	840	350	5	2,45					
		30-1-2	Rainurage incliné 1° ébauche		410	840	350	1	0,49					
			2° ébauche		410	840	350	1	0,49					
			1/2 finition		410	720	450	1	0,57					
			finition		410	400	500	1	1,03					
		30-1-3	Rainurage en queue d'aronde (ébauche)		410	840	350	1	0,49					
			1/2 FINITION		410	720	450	1	0,57					
			1° finition		410	400	500	1	1,03					

Récapitulatif des temps pour le corps de contre-poupée (suite)

N° PHASE	PHASE	N° D'OPERATION	OPERATION DESIGNATION	N° M-OUTIL	L (mm)	a mm/mn	n tr/mn	i	Tc (mn)	Tm (mn)	TP (mn)	Ta/50 (mn)	Te (mn)
30	FRAISAGE		2° finition		410	400	500	1	1,03				
			3° finition		410	400	500	1	1,03	6	17,46	0,48	17,94
40	FRAISAGE	40-1-1	Rainurage incliné	1	410	500	127	1	0,82	5,4	7,15	0,25	7,4
50	ALESAGE	50-1-1	Alésage ébauche et 1/2 finition	5	539	0,52 mm/tr	200	1	5,18	23,5	39,49	0,72	40,21
		50-1-2	et dressage 1/2 finition et chanfrein.										
		50-1-3	Alésage finition		539	0,19 mm/tr	500	1	5,66				
		50-1-4	dressage finition et chanfreinage										
60	ALESAGE	60-1-1	Alésage fin (préalésage)	5	538	0,097 mm/tr	400	1	13,9				
		60-1-2	Dressage éb. et 1/2 finition										

Récapitulatif des temps pour le corps de contre-poupée (suite)

N° PHASE	PHASE	N° D'OPERATION	DESIGNATION OPERATION	N° M-OUTIL	L (mm)	a (mm/tr)	n tr/mm	i	To (mn)	Tm (mn)	Tp (mn)	Ta/50 (mn)	Te (mn)
60	ALEPAGE	60-1-3	Alésage fin (alésage final)		538	0,097 mm/tr	400	1	13,9				
		60-1-4	dressage (finition)										
70	RODAGE	70-1-1	Rodage de l'alésage	12	580	avance radiale égale 0,001 mm par course	34,5	30	0,87	6	7,9	0,62	8,52
80	PERCAGE	80-1-1	Perçage Ø 26 mm	6	62	0,50 mm/tr	224	4 trous	2,21				
		80-1-2	Perçage Ø 20 mm		60	0,50 mm/tr	160	4 trous	3,0				
		80-1-3	Perçage Ø 14 mm		58	0,50 mm/tr	224	1 trous	0,52				
		80-1-4	Défonçage Ø 15,75 mm		28	0,50 mm/tr	1250	11 trous	0,04				
		80-1-5	Alésage Ø 16 mm		28	0,50 mm/tr	900	11 trous	0,06				
		80-2-1	Perçage Ø 17 mm		65	0,50 mm/tr	224	11 trous	0,58				

Récapitulatif des temps pour le corps de contre-poupée (suite et fin).

N°	PHASE	N° OPERATION	DESIGNATION OPERATION	N° M-OUTIL	L (mm)	a (mm/mm)	n (tr/mm)	i	Tc (mn)	Tm (mn)	Tp (mn)	Ta/50 (mn)	Te (mn)
80	PERÇAGE	80-2-2	Lamage $\varnothing 28$ mm	6	10	0,4 mm/tr	320	1 trou	0,08	18,5	45,64	1,28	46,92
		80-2-3	Perçage $\varnothing 6,5$ mm		81	0,36 mm/tr	640	1 trou	0,35				
		80-2-4	Défonçage $\varnothing 28$ mm		63	0,50 mm/tr	640	1 trou	0,20				
		80-3-1	Défonçage $\varnothing 45$ mm		275	0,50 mm/tr	224	1 trou	1,72				
		80-3-2	Lamage $\varnothing 50$ mm		15	0,50 mm/tr	224	3 trous	0,40				
		80-3-3	Taraudage M 24		28	1,5 mm/tr	112	4 trou 5 passe	4,0				
		80-3-4	Perçage $\varnothing 8$ mm		32	0,36 mm/tr	450	1 trou	0,19				
		80-3-5	Défonçage $\varnothing 9,75$ mm		32	0,36 mm/tr	1800	1 trou	0,05				
		80-3-6	Alésage $\varnothing 10$ mm		32	0,50 mm/tr	1250	1 trou	0,05				
		80-3-7	Perçage $\varnothing 48$ mm		160	0,50 mm/tr	90	1 trou	3,54				
		80-3-8	Défonçage $\varnothing 49,75$ mm		160	0,50 mm/tr	320	1 trou	1,0				
		80-3-9	Alésage $\varnothing 50$ mm		160	0,50 mm/tr	160	1 trou	2,0				
		80-4-1	Perçage $\varnothing 17$ mm		65	0,50 mm/tr	224	1 trou	0,58				
		80-4-2	Lamage $\varnothing 28$ mm		10	0,4 mm/tr	320	1 trou	0,08				
		80-4-3	Perçage $\varnothing 6,5$ mm		81	0,36 mm/tr	640	1 trou	0,35				
80-4-4	Défonçage $\varnothing 28$ mm	63	0,50 mm/tr	640	1 trou	0,20							
90		90-1-1	Taraudage manuel	-	-	1,25 mm/tr	2 trous	6,0					

Récapitulatif des temps pour le canon de contre-poupée

N° PHASE	PHASE	N° OPERATION	OPERATION DESIGNATION	N° M-OUTIL	L (mm)	a (mm/tr)	n (tr/mm)	i	Tc (mn)	Tm (mn)	Tp (mn)	Ta/50 (mn)	Te (mn)
10	FRAISAGE	10-1-1	Fraisage en bout	2	120	560 mm/mm	224	1	0,21				
		10-1-2	Perçage de 2 trous de centrage		17	0,16 mm/tr	900	1	0,10	2,25	2,29	0,4	3,37
20	TOURNAGE	20-1-1	Chariotage	7	449	0,8 mm/tr	350	1	1,60				
		20-2-1	Chariotage		34	0,8 mm/tr	350	1	0,12	18,8	23,6	0,6	24,2
30	TOURNAGE	30-1-1	Perçage profond	7	486	0,10 mm/tr	900	1	5,40				
		30-1-2	Alésage (Ebauche)		354	0,45 mm/tr	710	3	3,32	9,5	20,95	0,82	21,77
40	TOURNAGE	40-1-1	Alésage conique (Ebauche)	7	85	0,45 mm/tr	900	1	0,21				
		40-1-2	Alésage conique (1/2 finition)		123	0,32 mm/tr	900	1	0,43				
			Alésage conique (finition)		125	0,20 mm/tr	1120	1	0,56				

Récapitulatif des temps pour le canon de contre-poupée (suite)

N° PHASE	PHASE	N° OPERATION	OPERATION DESIGNATION	N° OUTIL	L (mm)	a (mm/tr)	n (tr/mm)	i	Tc (mn)	Tm (mn)	Tp (mn)	Ta/50 (mn)	Te (mn)
	TOURNAGE	40-2-1	Alésage (1/2 finition)		58	0,315 mm/tr	710	3	0,78				
		40-2-2	Alésage finition		57	0,77 mm/tr	71	1	1,04				
		40-2-3	Chanfreinage		-	-	-	-	0,07				
50	TOURNAGE	50-1-1	Chariotage (1/2 finition)	7	448	0,38 mm/tr	560	1	2,11				
		50-1-2	Chariotage (finition)		448	0,25 mm/tr	710	1	2,52				
		50-1-3	Chanfreinage		-	-	-	-	0,07				
		50-2-1	Chariotage (1/2 finition)		34	0,38 mm/tr	560	1	0,16				
		50-2-2	Chariotage (finition)		34	0,25 mm/tr	710	1	0,19				
		50-2-3	Chanfreinage		-	-	-	-	0,07				
60		60-1-1	Rainurage	4	220	291 mm/mm	180	1	0,76				
		60-1-2	Rainurage		166	421 mm/mm	260	1	0,39				

RECAPITULATIF DES TEMPS POUR LE CANON DE CONTRE - POUPEE (SUITE)

N° PHASE	PHASE	N° OPERATION	DESIGNATION OPERATION	MACHINE OUTIL	L (mm)	a (mm/tr)	n (tr/mn)	i	Tc (m n)	Tm (mn)	Tp (mn)	Ta/50 (mn)	Te (mn)
70	PERCAGE	60/1/3	Fraisage	6	10	70 mm/mn	260	1	0,14	3,9	6,35	0,5	6,85
		60/1/4	Perçage		26	87,5 mm/mn	300	1	0,33				
		70/1/1	Perçage de 4 Trous		31,5	0,18	640	4 Trous	1,08				
80				T R A I T E M E N T T H E R M I Q U E									
90	RECTIFICATION	90/1/1	Rectification cylindrique Ext (Ebauche)	11	378	1056 mm/mn	n _p = 55 Tr/mn	13	6,71				
			Rectification Cylindrique Ext (Finition)		378	293 mm/mn	n _p = 55 Tr / mn	7	10,48				

-06-

Récapitulatif des temps pour le canon de contre-poupée (suite et fin).

N° PHASE	PHASE	N° OPERATION	OPERATION DESIGNATION	N° OUTIL	L (mm)	a (mm/tr)	n (tr/mn)	i	Tc (mn)	Tm (mn)	Tp (mn)	Ta/50 (mn)	Te (mn)
90	RECTIFICATION	90-2-1	Rectification cylindrique extérieure (Ebauche)	11	73	1056 mm/mn	$n_p=55$ tr/mn	13	1,30				
			Rectification cylindrique extérieure (Finition)		73	293 mm/mn	$n_p=55$ tr/mn	7	2,02	9,8	34,86	0,92	35,78
100	RECTIFICATION	100-1-1	Rectification de l'Alesage conique (Ebauche)	11	117,5	688 mm/mn	$n_p=86$ tr/mn	17	4,27				
			Rectification de l'Alesage conique (Finition)		117,5	215 mm/mn	$n_p=86$ tr/mn	9	5,92	5,8	18,39	0,88	19,27
110		110-1-1	Taroudage manuel 4 Dde 4trous M10	11	29	1,5 mm/tr	-	3 pour chaque trou.	16				
		110-1-2	Taroudage manuel d'un trou M12		18	1,75	-	3	4	3,5	26,91	0,2	27,11

TABLEAU RECAPITULATIF DES TEMPS DE COUPE POUR L'AXE.

N° PHASE	PHASE	N° OPERATION	DESIGNATION D'OPERATION	N° M.O.	L (mm)	a (mm/tr)	n (tr/mm)	i	T _c (mm)	T _m (mn)	T _p (mn)	T _a (mn)	T _c (mn)
10	Fraisage	10-1-1	Fraisage en bout ébauche et fini.	2	53	400 (mm/mm)	280	1	0,33	1,02	1,75	20/50	2,15
		10-1-2	Trous de centrage.		9,5	6,07	900	1	0,17				
20	Fournage	20-1-1	Chariotage ébauche.	8	483,5	0,48	710	1	1,4	13,4	22,77	40/50	23,51
		10-2-1	Chariotage ébauche.		39,5	0,48	710	1	0,12				
					43,3	0,48	710	1	0,13				
					43,3	0,48	710	1	0,13				
		10-2-2	Chariotage demie finition.		313	0,28	1400	1	0,80				
		10-2-3	Chariotage finition		313	0,18	2000	1	0,87				
		10-2-4	Saignage.		6,5	0,05	710	1	0,22				
		10-2-5	Chanfreinage à 60°.		7	0,48	710	1	0,02				
		10-2-6	Chanfreinage à 15°.		1,3	0,48	710	1	0,05				
10-2-7	Filetage TR trapézoïdal	312	6	500	8 EB. 4 Fini.	2,58							
30		30-1-1	Chariotage ébauche.	8	21	0,40	710	1	0,09				
					75	0,40	710	1	0,23				

- 92 -

PIECE : AXE.

TABLEAU RECAPITULATIF DES TEMPS DE COUPE

PHASE N°	PHASE	OPERATION	DESIGNATION OPERATION.	N° M-C	L (mm)	a (mm/tr)	n (tr/mm)	i	Tc (mn)	Tm (mn)	Tp (mn)	Ta (mn)	Te (mn)
30	F r a n c o u s	30-1-1	Chariotage ébauche	8	132	0,40	710	1	0,48	12	17,32	48/50	18,28
			chariotage demi finition		150	0,28	710	1	0,77				
			chariotage finition		150	0,18	1400	1	0,86				
		30-1-2	SAIGNAGE		4,7	0,05	1000	I	0,402				
		30-1-3	Saignage		4,7	0,05	1000	I					
		30-1-4	Saignage		4,7	0,05	1000	I					
		30-1-5	filetage metric 16x3		16	3	400	3 2	Ebauche Fini.				
40	Frais	40-1-1	Rainurage	4	40	480 (mm/mm)	2000	1	1,32	12,4	15,78	33,5/50	16,45
50	Rectification	50-1-1	Rectification en plangée	11	17	at = 0,05	165		1,05	6,6	15,88	37/50	16,62
		50-1-2	Rectification ébauche.		51	888 mm/mm	165	25	2,09				
		50-1-3			48	at = 0,007			2,29				
		50-1-4	Rectification		51	784 mm/mm	165	12	0,91				
		50-1-5	finition.		48	0,005=at.			0,86				

- 93 -

Récapitulatif des temps pour le bouchon d'arrêt de contre-poupée.

N° PHASE	PHASE	N° OPERATION	OPERATION DESIGNATION	N° M-OUTIL	L	a	n	i	Tc	Tm	Tp	Ta/50	Te
					(mm)	(mm/tr)	(tr/mn)		(mn)	(mn)	(mn)	(mn)	(mn)
10	TOURNAGE	10-1-1	Dressage (ébauche)	10	48	1,06	200	1	0,23				
			Dressage (1/2 finition)		48	0,28	315	1	0,54				
		10-1-2	Chariotage (ébauche)		18	1,00	200	1	0,09				
		10-1-3	Chanfreinage		-	-	-	-	0,08	5,25	7,12	0,44	7,56
20	TOURNAGE	20-1-1	Dressage (ébauche)	9	30	0,8	315	1	0,32				
		20-1-2	Dressage (ébauche)		19	1,06	200	1	0,09				
		20-1-3	Defonçage (ébauche)		57,5	0,71	315	1	0,25				
		20-1-4	Chariotage (ébauche)		47,5								
		20-1-5	Préalesage		57,5	0,84	450	1	0,16				
		20-1-6	Alésage final		57,5	0,84	450	1	0,16	5,40	7,11	0,75	7,86

-76-

Récapitulatif des temps pour le bouchon d'arrêt de contre-poupée (suite et fin)

N° PHASE	PHASE	N° OPERATI- ON	OPERATION DESIGNATION	N° M-OUTIL	L	a	n	i	Tc	Tn	Tp	Ta/50	Te
					(mm)	(mm/tr)	(tr/mm)		(mn)	(mn)	(mn)	(mn)	(mn)
30		30-1-1	Chariotage (1/2 finition)	10	48	0,25	630	1	0,30				
			Chariotage (finition)		48	0,25	630	1	0,30				
		30-1-2	Chaufreinage		-	-	-	-	0,07				
		30-1-3	Dresage (finition)		19	0,20	500	1	0,19				
		30-1-4	Saignage		2	0,07	500	1	0,08				
		30-1-5	Chambrage		2	Manuelle	500	1	0,08				
		30-1-6	Filetage		67	6	315	11	1,06	7,85	11,42	0,70	12,12
40		40-1-1	Percage de 4 trous	6	13,5	0,25	450	4 trous	0,48	7,7	9,41	0,38	9,79
50		50-1-1	Rectification en Plongée	11	h = 0,2 mm	atr = 0,008 mm/tr	n _p = 63 tr/ mm	-	0,56	1,9	2,83	0,70	3,53


~~~~~  
^ CALCUL DETAILLE D'OUTILS ^  
~~~~~

En suivant la même méthode et afin de rendre compréhensible l'utilisation des tableaux donnant les résultats des valeurs des outils tranchants Jt et des outils abrasifs Jar et aussi pour permettre de retrouver les résultats des tableaux Pages 104 à 111, nous allons traiter ici quelques exemples de calcul d'outils.

1/ Outils tranchants

Le nombre d'outils tranchants est donné par la formule :

$$Jt = \frac{\sum T_c \times N_a}{T_d \times (r' + 1) (1 - K_c)}$$

Où :

Jt = Nombre d'outils tranchants nécessaires à la réalisation du programme annuel .

N_a = Nombre annuel de pièces à produire effectivement.

$\sum T_c$ = Temps de coupe en minutes.

T_d = Durée de vie de l'outil entre 2 affutages en minutes.

r' = Nombre de réaffutages.

K_c = Coefficient tenant compte des cassures de l'outil.

($K_c = 0,3$ pour outil éboucheur , $K_c = 0,1$ pour outil finisseur).

EXEMPLE 1 : Fraisage

- pièce : axe de contre poupée.
- Matière usinée : acier R = 65 Kgf/mm²
- Phase : 10.
- Opération : 10-1-1 : fraisage en bout sur la duplex.
- outil : fraise TGL à denture en carbure métallique rapportée, ϕ 100 mm.

- Nombre de dents : $Z = 8$.
 - Etat de surface voulu : $\nabla 6$
 - Valeur de $K_c = 0,1$
 - Nombre de réaffutages $= r' = 2$
 - Durée de vie : $T_d = 180$ mn.
 - Temps de coupe : $\sum T_c = 0,33$ mn
 - Nombre de pièces annuel : $N_a = 3000$
- $$J_t = \frac{0,33 \times 3000}{180 (2+1) (1-0,1)} = 2,04.$$

Le nombre de fraises de ce type nécessaires à la réalisation du programme annuel est le nombre entier immédiatement supérieur, soit : 3.

$J_{tr} = 3$ fraises

Comme on a 2 fraisages simultanés sur la duplex $\boxed{J_{tr} = 6}$

EXEMPLE 2 : Perçage

- Pièce : canon
 - Matière usiné : acier R = 65 Kgf/mm².
 - Phase : 70
 - Opération : 70 - 1 - 1 à 70 - 1 - 4 perçage de trou sur la radiale (GSP.)
 - Outil : Forêt en A R O , $\phi = 8,5$ mm.
 - Valeur de $K_c = 0,3$
 - Nombre de réaffutages : $r' = 4$.
 - Durée de vie $T_d = 30$ mn.
 - Temps de coupe $\sum T_c = 1,08$ mn.
 - Nombre de pièces annuel $N_a = 3000$
- $$J_t = \frac{1,08 \times 3000}{30 (5) (0,7)} = 30,8 \text{ forêts}$$

soit un nombre $\boxed{J_{TR} \text{ annuel} = 31 \text{ forêts}}$

EXEMPLE 3 : Tournage

- Pièces = écrou.
- Matière : fonte grise dureté HB = 200
- Phase: 20
- Opération : 20-4-1 : chariotage sur tour révoluer IK 36.
- Outil : à charioter en pastille rapportée en carbure métallique P.20
P.20 - section 20 x 30 mm x mm $\hat{c} = 45^\circ$.

- $K_c = 0,3$
- $T_d = 60. \text{ mm.}$
- $\sum T_c = 0,22. \text{ mm.}$
- $r^i = 3.$
- $N_a = 3000$
- $J_t = \frac{0,22 \times 3000}{60 (3+1) (1 - 0,3)} = 3,2$
- $\boxed{J_{tr} = 4.}$

EXEMPLE 4 : Alesage

- Pièce : corps.
- Matière : fonte - dureté HB = 200
- Phase : 50
- Opération : 50 - 1 - 1
- Outil: à aloser spécial à outils rapportés en carbure métallique.
- $K_c = 0,2$
- $r^i = 3$
- $T_d = 60. \text{ mm.}$
- $\sum T_c = 5,18. \text{ mm.}$
- $N_a = 3000$
- $J_t = \frac{5,18 \times 3000}{60 (1 + 3) (1 - 0,8)} = 80,9.$
- $\boxed{J_{tr} = 81} / \text{ Outils.}$

2/ Outils abrasifs

Le nombre d'outils abrasifs est donner par :

$$J_a = \frac{T_c \times N_a}{T_D \times 60}$$

$$T_D = (R_i^2 - R_f^2) (1 - K_c) \frac{\sqrt{B_M}}{\varphi} \text{ (heures)}.$$

$$R_f = R_i / 3$$

- $\sum T_c$ temps de coupe.

- N_a = Nombre de pièce pour le programme annuel ≈ 3000 pieces.
- T_D = durée de l'outil abrasif jusqu'à usure complete.
- R_i = rayon extérieur de la meule avant usure (rayon initial).
- R_f = Rayon de la meule après usure (rayon final).
- B_M = Largeur de la meule.

- - - /

- φ = Coefficient empirique.
- K_c = Coefficient tenant compte des cassure.

EXEMPLE :

- Pièce : axe.
- Matière : acier R = 65 Kgf/mm².
- Na = 3000 pièces.
- $\phi_M = 400$ ce qui implique $\varphi = 954$ et $K_c = 0,1$
- $\sum T_c = 7,21$ mn.
- $R_i = \phi_M / 2 = 200$ mm.

donc le rayon $R_f = R_i / 3 = 200 / 3 = 66,7$ environ 70 mm.

On a une meule de largeur $B_M = 20$ mm.

On calcule T_D :

$$T_D = (R_i^2 - R_f^2) (1 - K_c) (\sqrt{B_M} / \varphi)$$

$$= (200^2 - 70^2) (1 - 0,1) (\sqrt{20} / 954 = 148 \text{ (h)})$$

$$J_a = \frac{T_c \times N_a}{T_D \times 60} = \frac{7,21 \times 3000}{148 \times 60} = 2,44.$$

Soit :

$$\boxed{J_a = 3 \text{ meules}}$$

~~~~~  
 ~\*~ CALCUL DE RESISTANCE D'OUTIL ~\*~  
 ~~~~~

Dans ce paragraphe , nous allons vérifier la résistance des outils utilisés ainsi que leur rigidité.

La section du corps d'un outil peut être rectangulaire (la plus courante) carrée ou circulaire.

Le rapport H/B des sections rectangulaires varie d'un outil à l'autre. Le plus souvent on a $H/B = 1,25$ et $1,6$ pour une largeur $B = 10$ à 40 mm.

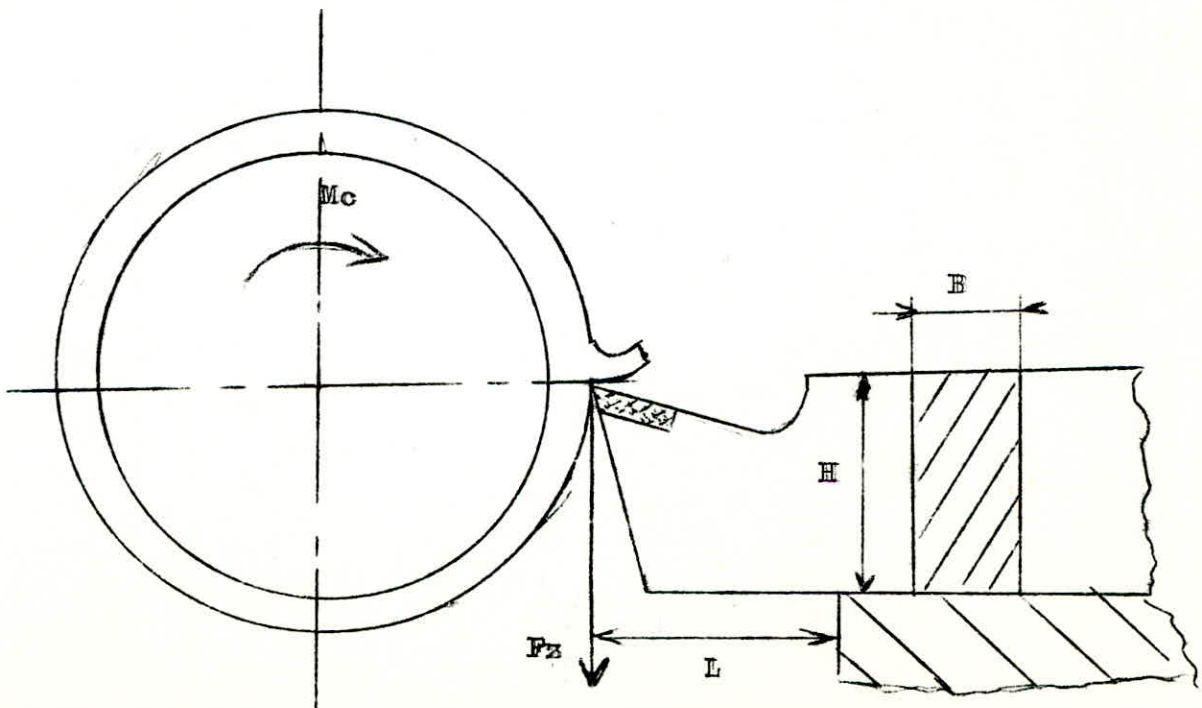
$H/B = 1,25$ pour le dégrossissage.

$H/B = 1,6$ pour la finition et demi-finition.

Les dimensions des sections sont normalisées; par exemple pour les sections rectangulaires on a :

$B \times H = 10 \times 16 \text{ --- } 12 \times 16 \text{ --- } 12 \times 20 \text{ --- } 16 \times 20 \text{ --- } 16 \times 25 \text{ ---}$
 $20 \times 25 \text{ --- } 20 \times 30 \text{ --- } 25 \times 30 \text{ --- } 25 \times 40 \text{ --- } 30 \times 40 \text{ ---}$
 $30 \times 50 \text{ --- } 40 \times 50 \text{ mm}^2.$

Schema:



Pour définir les dimensions minimales de la section du corps d'un outil à partir des prescriptions de résistance, on posera que le moment de flexion est égal au moment maximal admissible pour la section du corps, c'est à dire :

$$M_f = M^* f$$

Or on sait que :

$$M_f = F_z \times l \quad (\text{Kgf mm}) \quad \text{et} \quad M^* = R_{fa} \times U_r.$$

Où : l = porte à faux de l'outil en mm.

F_z = effort de coupe en Kgf.

R_{fa} = Contrainte admissible en flexion du matériau du corps d'outil (en Kgf/mm²).

U_r = moment de résistance à la flexion de la section du corps d'outil (en mm³)

Le moment de résistance à la flexion d'une section rectangulaire est :

$U_r = \frac{B H^2}{6} \text{ mm}^3$. où B et H sont respectivement la largeur et la hauteur de la section dangereuse du corps de l'outil en mm.

D'où on peut écrire :

$$F_z \times l = \frac{B H^2}{6} \times R_{fa} \quad \text{=====} \quad B H^2 = \frac{6 F_z \times l}{R_{fa}} \quad (1)$$

Et pour les corps à section rectangulaire lorsque $H = 1,6 B$, on a :

$$B H^2 = B \times (1,6 B)^2 = 6 F_z \times l \quad \text{=====} \quad B = \sqrt[3]{\frac{6 F_z \times l}{2,56 R_{fa}}} \quad (\text{mm.})$$

Dans notre cas nous devons vérifier la résistance à la flexion de la section du corps $B \times H = 20 \times 30 \text{ mm}^2$. (Section de l'outillage utilisée).

Pour cela il nous faut calculer l'effort de coupe F_z pour les opérations de tournage les plus dangereuses.

L'effort de coupe en tournage est donné par la formule :

$$F_z = F_z = K_s \times q$$

K_s = pression spécifique en Kgf/mm²

$q = a \times p$ section du copeau enlevé en mm²

VALEURS DES CONTRAINTES ADMISSIBLES Rfa POUR LES CORPS
 EN ACIER EN CARBONE DANS LE CAS DE LA FLEXION PLANE
 (COMPTE TENU DE SOLLICITATIONS COMPLEXES).

CORPS D'OUTILS.	CONTRAINTES ADMISSIBLES Rfa EN Kgf/mm ²				
	30°	45°	60°	75°	90°
Non trempés	12	10	8	6,5	5,5
Trempés	24	20	16	13	11

CALCUL DETAILLE :

Exemple I : Chariotage

considérons : phase 20

opération 20 - 1 - 2. Chariotage ébauche de la
 surface(ϕ 22) de l'axe.

avec : P = 3,5 mm

a = 0,48 mm/ tr.

On a : q = a x p = 3,5 x 0,48 = 1,54 mm²

Le tableau (page 116) de la pression spécifique Ks pour le tournage

Ks = 202 Kgf/mm²

d'où : Fz = Ks x q = 202 x 1,54 = 311 Kgf

De la formule (1) on tire :

$$Fz \leq \frac{8H^2}{6l} \times Rfa$$

Avec Rfa = 20 Kgf (voir tableau page 101)

Et l = 60 mm.

En trouve $Fz \leq \frac{20 \times 30^2}{6 \times 60} \times 20 = 1000 \text{ Kgf}$

Nous avons Fz = 311 Kgf , cela est vérifié.

Exemple XI : Saignage.

Considérons : **Phase 20**

Opération : 20 - 2 - 4, ébauche de la saignier
 \varnothing 35 mm, de l'axe.

Outil n° 74 section : 25 x 30 mm².

$$a = 0,48 \text{ mm} / \text{Tr}$$

$$p = 15 \text{ mm}$$

$$q = a \times p = 15 \times 0,48 = 7,2 \text{ mm}^2$$

$$K_s = 163 \text{ Kgf/mm}^2 \quad F_z = K_s \times q = 1174 \text{ Kgf.}$$

$$F_z = \frac{25 \times 30^2 \times 20}{6 \times 60} = 1250 \text{ Kgf.}$$

Ce qui est vérifié.

Dans certains cas il faut vérifier la rigidité du corps de l'outil.
La charge maximale admissible par la rigidité de l'outil est :

$$F_{zr} = \frac{3f \times E \times I}{l^3}$$

où

f = Flèche admissible de l'outil en mm (f = 0,1 mm pour l'ébauche ;
et f = 0,05 mm pour la finition).

E = module d'élasticité longitudinale du matériau de l'outil en Kgf/mm²
(E = 20 000 à 22 000 Kgf/mm² pour l'acier au carbone).

I = moment d'inertie de la section du corps.

I = $\frac{BH^3}{12}$ pour une section rectangulaire.

Exemple I :

$$f = 0,1 \text{ mm} \quad E = 20\,000 / \text{mm}^2 \quad l = 60 \text{ mm} \quad I = \frac{20 \times 30^3}{12}$$

$$I = 45 \times 10^3 \text{ mm}^4$$

$$F_{zr} = \frac{3 \times 0,1 \times 20 \times 10^3 \times 45 \times 10^3}{60^3} = 1250 \text{ Kgf.}$$

Les efforts employés dans les autres opérations sont nettement
inférieur à celui que l'on vient de voir, nous pouvons alors affirmer que
la section: B x H = 20 x 30 est rigide.

- - -/

- CORPS DE CONTRE ∇ ROUPEE

NOMBRE DE PIÈCES : 3 0 0 0.

Phase.	Opération	O u t i l	Numéro Outils.	Dimension ou Diamètre	Nature.	Z	Forme.	r	a	b	c	Kc	Td.	r ³	Tc	Jt	Jtr.
10	10-1-1	Fraise à surfacer	1	500	CM	60	-	-	-	-	-	0,3	240	2	0,51	3,04	4.
	10-2-1	Fraise à surfacer	2	250	CM	30	-	-	-	-	-	0,2	240	2	2,38	12,4	13.
	10-3-1	Fraise à surfacer	3	500	CM	60	-	-	-	-	-	0,1	240	2	1,62	7,5	8
20	20-1-1 /2 /3	Fraise à surfacer	4	100	CM	10	-	-	-	-	-	0,3	180	2	1,89	15	15
	20-2-1	Fraise à surfacer	5	200	CM	25	-	-	-	-	-	0,3	180	2	0,17	1,3	2.
30	30-1-1	Fraise 2 tailles.	6	63	CM	8	-	-	-	-	-	0,3	180	2	0,49	3,9	4
	30-2-1	Fraise une taille	7	60	CM	8	-	-	-	-	-	0,3	240	3	2,58	11,5	12
	30-3-1	Fraise à queue conique	8	63	CM	8	-	-	-	-	-	0,3	240	3	4,15	18,5	19
40	40-1-1	Fraise trois tailles.	9	80	ARS	10	-	-	-	-	-	0,3	180	2	0,82	6,5	7
50	50-1-1	Outil spécial à lames rapportées.	10	80	CM							0,2	60	3	5,18	80,9	81
	50-2-1	" " "	11	140	CM							0,2	180	3	5,66	44,2	45
60	60-1-1	" " "	12	99,8	CM							0,2	180	3	27,8	44,7	145
	60-1-2			140	CM												
70		Rodoir	13	100												2	2

- 104 -

Phase	Opération	O u t i l l	Numéro Outils.	Dimension L X l ou Diamètre	Nature.	Z	Forme.	R (mm)	α ($^{\circ}$)	b ($^{\circ}$)	δ ($^{\circ}$)	Kc	Td (mm)	r ² (mm)	Tc (mm)	Jt	Jtr
80	80-I-1	Forêt	28	26	ARO	-	-	-	-	-	-	0,3	45	15	2,21	13,1	14
	80-I-2	Forêt	29	20	ARO	-	-	-	-	-	-	0,3	45	12	3,0	21,3	22
	80-I-3	Forêt	30	20	ARO	-	-	-	-	-	-	0,3	30	8	0,52	8,25	9
	80-I-4	Forêt	31	15,75	ARO	-	-	-	-	-	-	0,3	45	2	0,04	1,3	2
	80-I-5	Alesoir cylindrique.	32	16	CM	-	-	-	-	-	-	0,1	30	1	0,6	3,33	4
	80-II-1	Forêt	33	17	ARO	-	-	-	-	-	-	0,3	30	10	0,58	7,4	8
	80-II-2	Outil spécial à lamer.	34		CM	-	-	-	-	-	-	0,3	90	15	0,08	0,24	1
	80-II-3	Forêt	35	6,5	AERO	-	-	-	-	-	-	0,3	30	4	0,35	10	10
	80-II-4	Forêt aiseur	36	28	CM	-	-	-	-	-	-	0,3	90	4	0,20	1,9	2
	80-III-1	Outil à défonser spécial.	37	45	CM	-	-	-	-	-	-	0,3	135	40	1,72	1,33	2
	80-III-2	Outil spécial à lamer.	38	50	CM	-	-	-	-	-	-	0,3	90	5	0,40	3,17	4
	80-III-3	Jeux de TARAUDS M24	39	M 24	ARS	-	-	-	-	-	-	0,3	180		3,99		95
	80-III-4	Forêt	40	8	ARO	-	-	-	-	-	-	0,3	30	4	0,19	5,4	6
	80-III-5	Forêt aiseur	41	9,75	ARO	-	-	-	-	-	-	0,3	45	2	0,05	1,6	2

EGROU. (SUIITE)

NOMBRE D'OUTILS TRANCHANTS Jt

Phase	Opération	O u t i l	Numéro Outils.	Dimension L, X l ou Diamètre.	Nature.	Z	Forme.	r (mm)	α. (d°)	β. (d°)	ε (d°)	Kc	Td (mn)	r ¹ (mn)	Tc ¹ (mn)	Jt	Jtr
80	80-III-6	Alesoir	42	10	CM	-	-	-	-	-	-	0,1	30	1	0,05	2,78	3
	80-III-7	Forêt	43	48	CM	-	-	-	-	-	-	0,3	60	25	3,54	9,73	10
	80-III-8	Forêt aléseur	44	49,75	CM	-	-	-	-	-	-	0,3	150	40	1,0	0,7	1
	80-III-9	Alesoir	45	50	CM	-	-	-	-	-	-	0,1	150	3	2,3	11,2	12
	80-IV-1	Forêt	46	17	ARO	-	-	-	-	-	-	0,3	30	10	0,58	7,5	8
	80-IV-2	Outil à lamer	47	28	CM	-	-	-	-	-	-	0,3	90	5	0,08	2	2
	80-IV-3	Forêt	48	6,5	ARO	-	-	-	-	-	-	0,3	30	4	0,35	10	10
	80-IV-4	Forêt aléseur	49	28	CM	-	-	-	-	-	-	90	03	4	0,20	1,9	2
90	90-1-1	Jeux de Tarauds	50	M 8	ARS	-	-	-	-	-	-	0,3	180		6		143

-106-

TABLEAU DE CALCUL DU NOMBRE D'OUTIL Jt

CANON DE CONTRE POUPEE.

Phage	Opération	O U T I L	N° Outil	Dimension L x l Ou Diamètre.	Nature.	Z	Forme.	r (mm)	α (d°)	β (d°)	ε (d°)	Kc	Td (mm)	r' (mm)	Tc (mm)	Jt	Jtr
10	10-1-1	Fraise à surfacer	51	160	CM	10	-	-	-	-	-	0,3	180	2	0,21	1,7	4
	10-2-1	Foret	52	6	ARO	-	-	-	-	-	-	0,3	30	1	0,12	8,6	18
20	20-1-1 20-2-1	Outil à charioter	53	20x30	CM	-	II	2	8	12	45	0,3	60	3	1,72	30,7	31
30	30-1-1	Foret spéciale	54	37	CM	-	-	-	-	-	-	-	180	-	5,40	9	9
	30-	Lames rapportées	55		CM	-	-	-	-	-	-	0,3	90	4	3,32	31,6	192
40	40-1-1	Outil à Aléser	56	20x30	CM	-	II	1	8	10	45	0,3	60	3	0,21	3,7	4
	40-1-2 40-2-1	Outil à aléser	57	20x30	CM	-	II	1	10	10	45	0,1	90	5	1,77	10,9	11
	40-2-2	Alesoir	58	60	CM	-	-	-	-	-	-	0,1	120	4	1,04	5,8	6
	40-2-3	Outil à charioter	59	20x30	CM	-	II	1	8	10	45	0,1	120	4	0,07	2	2
50	50-1-1 50-2-1	Outil à charioter	60	20x30	CM	-	II	2	8	10	45	0,2	90	4	2,27	18,9	19
	50-1-2 50-2-2	Outil à charioter	61	20x30	CM	-	II	2	10	10	45	0,1	90	5	0,71	16,7	17
	50-1-3 50-2-3	Outil à chrioter	62	20x30	CM	-	II	2	10	10	45	0,1	90	5	0,14	4	4

107-

CANON DE CONTRE POUPEE

TABLEAU DE CALCUL DE NOMBRE D'OUTIL Jt

Phase	Opération	Outil	Numéro Outils.	Dimension L X l ou Diamètre.	Nature.	Z	Forme.	H	α	β	α	Kc	Td (mm)	r ^t	Tc (mm)	Jt	Jtr
60	60-1-1	Fraise trois tailles à denture droite.	63	80	ARS	8	—	—	—	—	—	0,3	120	2	0,76	9,05	10
	60-1-2	Fraise 3 tailles de forme convexe.	64	60	ARS	8	—	—	—	—	—	0,3	120	2	0,39	4,6	5
	60-1-3	Fraise 2 tailles	65	15	ARS	8	—	—	—	—	—	0,2	120	2	0,14	1,4	2
	60-1-4	Foret	66		ARO	—	—	—	—	—	—	0,3	30	4	0,33	9,4	10
70	70-1-1	Foret	67	8,5	ARO	—	—	—	—	—	—	0,3	30	4	1,08	30,8	31
	70-1-2		68														
	70-1-3																
	70-1-4																
80	80-1-1	Jeu de tarauds M 10	69		ARS	—	—	—	—	—	—	0,3	180	—	16	380	380
	80-2-1	Jeu de tarauds M 12	70		ARS	—	—	—	—	—	—	0,3	180	—	4	96	96

-108-

AXE DE CONTRE POUPE.

CALCUL D'OUTIL TRANCHANTS : j_t

Phase	Opération	Outil	Número outils	Dimension L x l ou Diamètre.	Nature.	Z	Forme	r (mm)	α (d°)	β (d°)	δ (d°)	Kc	Td (mm)	r ² (mm)	Tc (mm)	Jt	Jtr
10	10-1-1	Fraise à surfacer à denture rapportée	69	100	CM	8	-	-	-	-	45	0,1	180	2	0,33	2,04	3
	10-1-2	Forêt à centrer	70	3	ARC	-	-	-	-	-	45	0,2	30	1	0,17	10,6	11
20	20-1-1 20-2-1	Outil à charioter éboucheur à : pastille rapportées.	71	20 x 30	CM	-	II	2	8	12	45	0,3	60	2	1,78	42,4	43
	20-2-2	Demie finition.	72	20 x 30	CM	-	II	1	8	12	45	0,1	60	2	0,80	14,8	15
	20-2-3	Finition	73	20 x 30	CM	-	I	0,5	8	12	45	0,1	60	2	0,87	15,5	16
	20-2-4	Outil à saigner Largeur 1,5 mm	74	20 x 30	CM	-	-	-	-	-	-	0,3	60	5	0,22	3,9	4
	20-2-5	Outil à charioter chanfreinage à 60°	75	20 x 30	CM	-	II	2	8	12	60	0,3	60	5	0,05	0,5	1
	20-2-6	Chanfreinage à 15°	76	20 x 30	CM	-	II	2	8	12	15	0,3	60	5	0,05	0,5	1
	20-2-7	Outil à fileter trapézoïdal. PAS=6	77	20 x 30	CM	-	-	0,5	-	-	-	0,1	60	6	2,58	20,5	21
	30	30-1-1	Outil à charioter ébaucheur	78	20 x 30	CM	-	II	2	8	12	45	0,3	60	2	0,85	44,05
30-1-2		Demie finition finition.	79	20-x 30	CM	-	I	0,5	8	12	45	0,1	60	2	1,63	30,2	31
30-1-3		Outil à saigner	80	20-x 30	CM	-	-	0,5	-	-	-	0,3	60	5	0,400	4,8	5
30-1-4		Outil à fileter Métrique. Pas = 3	81	20 x 30	CM	-	-	0,5	-	-	-	0,1	60	6	0,18	1,4	2
40	40-1-1	Fraise à rainurer 3 dents rapportées	82	6	CM	3	-	-	-	-	45	0,3	60	2	1,32	31,4	32

BOUCHON D'ARRET (ECROU) DE CONTRE POUPEE

NOMBRE D'OUTILS TRANCHANTS Jt

Phase.	Opération.	O u t i l	Numéro Outils.	Dimension L X l ou Diamètre.	Nature.	Z	Forme.	r	α	b	ε	Kc	Td (mm)	r ²	Tc (mm)	Jt	Jtr.
10	10-1.	Outil à dresser	14	20 X 30	CM	-	III	2	6	5	45	0,2	90	4	0,77	6,42	7
	10-2.	Outil à charioter	15	20 X 30	CM	-	III	2	6	5	45	0,3	60	3	0,17	3,04	4
	10-3.																
20	20-1.	Outil à dresser.	16	20 X 30	CM	-	III	1	6	5	45	0,3	60	3	0,12	2,14	3
	20-2.		17	20 X 30	CM	-	III	1	6	5	45	0,3	60	3	0,09	1,61	2
	20-3.	Forêt aiseur	18	23,75	CM	-	-	-	-	-	-	0,3	60	4	0,22	3,2	4
	20-4.	Outil à charioter	19	20 X 30	CM	-	III	2	6	5	45	0,3	60	0,32	0,3	3,2	4
	20-5.	Alesoir	20	25,9	CM	-	-	-	-	-	-	0,1	60	1	0,16	4,4	5
	20-6.		21	26	CM	-	-	-	-	-	-	0,1	60	1	0,16	4,44	5
30	30-1.	Outil à dresser à charioter.	22	20 X 30	CM	-	III	1	6	5	45	0,2	90	5	0,86	5,9	6
	30-2.																
	30-3.																
	30-4.	Outil pelle	23	Largeur 12.	CM	-	-	2	-	-	-	0,3	60	3	0,08	1,41	2
30-5.	Outil à chamberer	24	-	CM	-	-	1,5	-	-	45	0,3	60	3	0,08	1,4	2	
30-6.	Outil à filéter trapezoidal PAS:6	25	20x30	CM	-	-	0,5	-	-	-	0,2	60	6	1,06	9,4	10	
40	40-1.	Forêt	26	11	ARO	-	-	-	-	-	-	0,3	30	5	0,48	11,4	12
50	50-1.														0,56		

-110-

TABLEAU DES MESURES EN RECTIFICATION. NOMBRE DE MEULES Ja.

PIECE	N° PHASE	N° OPER.	OPERATION	MEULE	Ri (mm)	Rf (mm)	K _g	φ	B _M (mm)	Σ T _c (mm)	T _a (mn)	Ja	Jar
CANON	100	100-1	RECTIFICATION EXTERIEURE	MEULE CYLINDRIQUE 88A60L5V TYROLIT	200	70	0,1	954	40	20,51	12566	4,9	5
		100-2	EBAUCHE ET FINITION										
	110	110-1	RECTIFICATION INTERIEURE	MEULE CYLINDRIQUE	15	6	0,2	200	25	10,19	226	134,6	135
			EBAUCHE ET FINITION	89A60J5V TYROLIT.									
ECROU	50	50-1-1	RECTIFICATION EXTERIEURE	MEULE CYLINDRIQUE	150	50	0,1	954	40	0,567	7160	0,24	1
			EBAUCHE ET FINITION	1060K5V TUROLIT.									
AXE	50	50-1-1	RECTIFICATION EN PLONGEE	MEULE CYLINDRIQUE 50A60M4V. TYROLIT	200	70	0,1	954	20	7,21	8880	2,44	3
			EBAUCHE.										
		50-1-2	RECTIFICATION EBAUCHE										
		50-1-3	RECTIFICATION EBAUCHE										
		50-1-4	RECTIFICATION FINITION.										

- 111 -

CALCUL DES PUISSANCES DES MACHINES

Il est utile de savoir déterminer la puissance des machines les plus courantes en fonction de la section du copeau à enlever. Nous allons voir dans les pages qui suivent, comment on calcule la puissance minimale nécessaire d'un tour ou d'une raboteuse, d'une perceuse et d'une fraiseuse.

I / PUISSANCE MINIMALE D'UN TOUR

La puissance minimale d'un tour dépend :

- a) de la résistance de coupe spécifique k_s (Kgf /mm²) du matériau à usiner.
- b) de la section du copeau a : mm²
- c) de la vitesse de coupe v : m/mm
- d) du rendement de la machine $\eta = 0,8$

On obtient la pression principale F soit en écrivant $F = k_s X_q$

soit en utilisant la formule empirique $F_c = C_{Fc} p^{xc} a^{yc} v^h K_c$ (Kgf)

(Pour k_s voir tableau page 116)

MATERIAU A USINER	AVANCE	C_{Fc}	X_c	Y_c	h	K_c
ACIER $R=71,5$ Kgf/mm ²	Voisine de 0,75	300	1,0	0,75	-0,15	1,0

La Puissance effective N_{eff} sera:

$$N_{eff} = \frac{F_c \times V}{60 \times 10^2} \quad (KW)$$

La puissance indiquée $N_i = N_{eff} / \eta$

$$q = p \times a$$

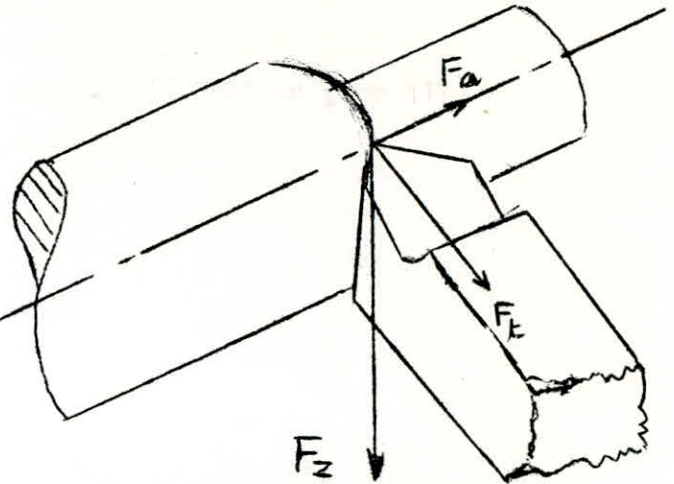
Fr = Pression de recul.

(environ 1/3 à 1/5 F)

Fa = Pression d'avance.

(environ 1/4 à 1/8 de F)

L'expérience a démontré que les pressions Fa et Fr pouvaient être négligées lors de la mesure de la résistance de coupe.



Décomposition de la pression de coupe en tournage.

II/ PUISSANCE MINIMALE D'UNE FRAISEUSE.

Pour calculer la puissance minimale d'une fraiseuse, on se rapportera au tableau ~~SUIVANT~~ qui nous donne le débit de copeaux Q en cm³ par minute et par centième d'heure (ch).

Matière	Quantité de copeaux Q cm ³ /mm / ch.
Fonte moyenne.....	18 - 22
Acier 50 Kgf/ mm ²	15
Acier 70 Kgf/ mm ²	12
Bronze.....	15 - 22
Métaux légers.....	50 - 70

La puissance minimale est :
$$N_{min} = \frac{P \times B \times A}{1000 \times Q \times n \times 0,735} \text{ (KW)}$$

P = Profondeur de passe en mm.

B = Largeur du fraisage, en mm.

A = Avance de la table en mm/mm.

Q = Débit de copeau en cm³ / mm / ch.

Effort de coupe
$$F_c = P_s \times S_{moy} = \frac{P_s \times B \times p \times a_z \times Z}{T_B}$$

LE FRAISAGE EN BOUT :

La puissance effective pour le fraisage en bout peut être obtenue aussi à l'aide de la formule empirique :

$$N_{min} = 42,4 \times 10^{-5} \times p \times a_z^{0,75} \times B^{1,1} \times n^{0,8} \times \frac{Z}{D^{0,3} \times n} \text{ (KW)}$$

Où

a_z = avance en mm / dent.

B = Largeur du fraisage (mm)

p = Profondeur de passe (mm)

n = Vitesse de rotation (tr/mm)

Z = Nombre de dents de la fraise.

D = Diamètre de la fraise (mm.)

III/ PUISSANCE MINIMALE EN :

PERÇAGE, DEFONÇAGE, ALESAGE.

La puissance minimale est donnée par la formule:

$$N_{min} = \frac{M \times V}{3060 \times D \times n} \text{ (KW)}.$$

Où

M = couple en Kgf. m

V = Vitesse en m/mm.

D = Diamètre de perçage, (mm).

COUPLE M EN Kgf . mm.	
Pour le defonçage de l'acier	$M = C_M \times D_M^{Z_M} \times P_M^{X_M} \times a_M^{Y_M} \times K_M$
Pour le perçage de l'acier	$M = C_M \times D_M^{Z_M} \times a_M^{Y_M} \times K_M$

Perçage:

Materiau à usiner	K_M	matiere outil	C_P	C_M	Y_P	Y_M	Z_P	Z_M
ACIER R=75 Kgf/mm ²	0,88	ARO	68	34,5	0,7	0,8	1	2
FONTE GRISE HB=190	0,88		42	12	0,75	0,8	1,2	2,2

Defonçage:



C_M	Z_M	X_M	Y_M	K_M
943	0,75	0,8	0,95	1,15

IV/ PUISSANCE MINIMALE EN TARAUDAGE.

Le couple $M = C_M d_o^{X_M} P^{Y_M}$

Où: d_o = diametre nominale

P = pas.

	C_M	X_M	Y_M
ACIER	2,7	1,4	1,5
FONTE	3	1,4	1,5

V/ PUISSANCE MINIMALE EN RECTIFICATION

La puissance effective $N_{eff} = 0,555 (V_p \cdot a_l \cdot a_{tr})^{0,7} \cdot B^{0,25}$ (KW)

a_l = avance longitudinale (mm/tr)

a_{tr} = avance transversale (mm/tr)

B = largeur de la meule

V_p = Vitesse de la piece

PRESSION DE COUPE SPECIFIQUE
EN TOURNAGE.

Pression de coupe spécifique K_s en Kgf/mm ²								
Matière.	Section en mm ² : q							
	0,5	1	3	5	7	10	15	20
Acier 40 Kg/mm ²	155	140	121	114	118	104	100	95
Acier 41 - 50 Kg/mm ²	170	155	135	126	120	115	109	105
Acier 51 - 60 Kg/mm ²	205	185	160	150	143	137	130	125
Acier 61 - 70 Kg/mm ²	230	210	182	170	163	155	148	142
Acier 71 - 85 Kg/mm ²	265	240	208	195	186	178	170	163
Acier 86-100 Kg/mm ²	300	270	235	220	210	200	190	183
Fonte tendre.	90	85	76	73	70	68	65	63
Fonte moyenne	140	130	115	110	107	103	99	96
Fonte dure.	215	200	180	170	165	160	152	148

PRESSION DE COUPE SPECIFIQUE
EN PERÇAGE.

Matière	K_s .
Acier 60 Kg/mm ²	150
Acier 60-80 Kg/mm ²	180
Acier 80 - 100 mm ²	280
Fonte moyenne.	180

PRESSIION SPECIFIQUE DE COUPE P_s POUR LE FRAISAGE.

EPAISSEUR MAXIMUM DU COUPE e_{max} , mm.	PRESSIION SPECIFIQUE DE COUPE P_s : Kgf/mm ²					
	A C I E R			F O N T E		
	DOUX R = 60 Kgf/mm ²	MI-DUR R 75gf/mm ²	DUR R 75 Kgf/mm ²	DOUCE HB 180	MOYENNE HB = 180-220	DURE. HB 200
0,02	216 -- 420	525 -- 635	740 -- 850	210	305	420
0,03	285 -- 380	475 -- 570	670 -- 760	184	214	367
0,04	267 -- 365	435 -- 535	620 -- 710	163	235	326
0,05	256 -- 340	425 -- 510	595 -- 680	154	222	308
0,06	240 -- 320	400 -- 480	560 -- 640	142	205	285
0,07	235 -- 314	392 -- 470	549 -- 627	135	195	271
0,08	226 -- 302	376 -- 452	530 -- 604	129	186	259
0,09	218 -- 292	364 -- 432	510 -- 584	126	182	253
0,10	214 -- 286	358 -- 428	500 -- 572	122	175	244

-197-

CALCUL DETAILLE DE LA PUISSANCE MINIMALE D'UNE MACHINE

Nous allons considérer quelques cas de puissance minimale de machine

TOURNAGE :

$$\begin{aligned} \text{Puissance minimale exprimée par : } N_{\min} &= N_{\text{eff}} / \eta \\ &= \frac{F \times V}{60 \times n \times 10^2} \text{ (KW)} \end{aligned}$$

Pour cela, calculons les éléments suivants :

- $F = K_s \times q$
- $q = a \times p$

APPLICATION :

- Phase : 20
- Opération : 20-2-1 chariotage ébauche $l = 40$ mm. de l'axe.
- $a = 0,48$ mm/tr.
- $P = 3,5$ mm.

Ce qui donne : $q = 1,54 \text{ mm}^2$.

Cela nous permet de déterminer K_s en utilisant le tableau page 116
Où : $K_s = f(q)$ selon la matière usinée.

On trouve par interpolation $K_s = 202 \text{ Kg/mm}^2$.

Ce qui nous donne un effort $F = F_z = 311 \text{ Kg}$.

On obtient finalement $N_{\min} = 4,96 \text{ KW}$.

FRAISAGE :

$$\text{Puissance minimale : } N_{\min} = \frac{p \times B \times \Lambda}{1000 \times Q \times n \times 0,735} \text{ (KW)}$$

Où : $\Lambda =$ avance en mm/mm .

$B =$ Largeur du fraisage en mm.

$p =$ Profondeur de passe en mm.

$Q =$ Quantité de copeau en $\text{cm}^3 / \text{mm} / \text{ch}$ (Tableau page 113)

APPLICATION :

Phase 10

Opération : 10-1-1. fraisage en bout de l'axe.

$B = 40$ mm $p = 3$ mm $\Lambda = 400$ mm/mm. $Q = 12 \text{ cm}^3 / \text{mm} / \text{ch}$

$$N_{\min} = \frac{3 \cdot 40 \cdot 400}{1000 \cdot 12 \cdot 0,8 \cdot 0,735} = 7 \text{ kW}$$

$$N_{\min} = 7 \text{ kW}$$

PERÇAGE

$$N_{\min} = \frac{M \cdot V}{3060 \cdot D} \text{ kW} \quad \begin{array}{l} M \text{ en Kgf} \cdot \text{mm} \\ V \text{ en m/mm} \\ D \text{ en mm} \end{array}$$

$$M = C_M \cdot D^{Z_M} \cdot a^{Y_M} \cdot K_M \text{ Kgf} \cdot \text{mm}$$

Exemple: Usinage du cañon de contre-poupée.

Opération 30-1-1: Perçage profond d'ébauche $\phi 37$ mm.

$$C_M = 34,5 \quad D = 37 \text{ mm} \quad a = 0,1 \text{ mm/tr} \quad K_M = 0,88 \quad Z_M = 2 \quad Y_M = 0,8$$

$$V = 104,5 \text{ m/mm}$$

$$M = 34,5 \cdot (37)^2 \cdot (0,1)^{0,8} \cdot 0,88 = 6587,5 \text{ Kgf} \cdot \text{mm}$$

$$N_{\min} = \frac{6587,5 \cdot 104,5}{3060 \cdot 37} = 6,1 \text{ kW}$$

La machine ayant une puissance effective de 12 kW l'opération est possible.

RECTIFICATION

$$N_{\min} = 0,555 (V_p \cdot a_1 \cdot a_{tr})^{0,7} (B_M)^{0,25} \text{ kW}$$

Exemple: Rectification du cañon de contre-poupée.

Opération 90-1-1: Rectification extérieure d'ébauche.

$$V_p = 18 \text{ m/mm} \quad a_1 = 19,2 \text{ mm/tr} \quad a_{tr} = 0,012 \text{ mm} \quad B_M = 40 \text{ mm}$$

$$N_{\min} = 0,555 \cdot (18 \cdot 19,2 \cdot 0,012)^{0,7} \cdot (40)^{0,25} = 3,78 \text{ kW}$$

La machine ayant une puissance effective de 5,6 kW l'opération est possible.

DETERMINATION DU NOMBRE DE MACHINES ET EMPLACEMENT

I/ CALCUL DU FOND DISPONIBLE : Fd

Il est donné par la relation :

$$Fd = Z_0 \times K \times h \times \left(1 - \frac{\alpha}{100} \right)$$

Où l'on a :

d = Jours feriés = 13 jours

Z₀ = Nombre de jours ouvrables /an.

$$= 365 - (52 + d) = 300 \text{ J/an}$$

α = coefficient de réparation.

- Tournage , perçage , alésage α = 4

- Fraisage..... α = 5

- Rectification..... α = 7

K = Nombre d'équipe = 1

h = (8) huit heures / équipe

EXEMPLE :

Fond disponible pour le tournage :

$$Fd = 300 \times 1 \times 8 \times \left(1 - \frac{4}{100} \right) = 2304 \text{ h/an.}$$

2/ CALCUL DU NOMBRE DE MACHINES NECESSAIRES

On peut l'obtenir par la relation :

$$m_{nec} = \frac{F_{nec}}{60 \times Fd}$$

Où :

N = Nombre de pièces / an / produit .

F_{nec} = Fond nécessaire.

$$= T_e \times N = 3000 T_e.$$

Fd = Fond disponible.

T_e = Temps nécessaire à l'exécution d'une pièce dans la phase considérée.

EXEMPLE : PIÈCE : AXE

Pour la fabrication de l'axe de la contre poupée nous utilisons en phases 20 et 30 des tours SN 40 B de fabrication Tchèque.

Ce genre de tour n'est pas utilisé dans la fabrication des autres pièces de la contre poupée ; ce qui nous facilite les choses. Donc :

Phase 20 : (Tournage)

$$Pd = 2304 \text{ h/an.}$$

$$Te = 23,51 \text{ mn.}$$

$$F_{\text{mec}} = 3000 \times 23,51 \text{ mn} = 70530.$$

$$m_{\text{mec}} = \frac{3000 \times 23,51}{60 \times 2304} = 0,51.$$

Ce qui veut dire que la machine est exploitée à 51 % ou a un coefficient de chargement de 0,51.

Phase 30 : (Tournage)

$$Pd = 2304 \text{ h/an.}$$

$$Te = 18,28 \text{ mn.}$$

$$F_{\text{mec}} = 3000.$$

$$m_{\text{mec}} = \frac{3000 \times 18,28}{60 \times 2304} = 0,40.$$

Donc pour le même type de machine dans la fabrication d'une pièce ou de pièces différentes, on cherchera à gonfler au maximum le coefficient de chargement de la machine (qui est toujours inférieur à 1)

d'où, dans notre cas :

Le nombre de machines (SN 40 B) utilisées est $0,51 + 0,40 = 0,91$.

On prendra le nombre entier immédiatement supérieur, soit : 1.

Donc, on utilise un seul tour SN 40 B pour les deux (2) phases

20 et 30.

On établit un tableau récapitulatif pour l'ensemble des pièces

fabricées par phase ; puis un tableau global du nombre de machines réel.

TABLEAU RECAPITULATIF DE NOMBRE DE MACHINES

NECESSAIRES PAR PHASE : m_{nec}

Pièce	A X E DE C O N T R E P O U P E E					
Phase	Machine outil	Te (mn).		Fd h/an	Fnec (mn)	Nombre m_{nec}
10	Fraiseuse Duplexe FZ W D 160 x 1000	2,15	5	2280	6450	0,05
20	Tour SN 40 B	23,51	4	2304	70530	0,51
30	Tour SN 40 B	18,28	4	2304	54840	0,40
40	Fraiseuse à commande numérique.	16,45	5	2280	49350	0,36
50	Réctifieuse cylindrique.	16,62	7	2232	49860	0,37

Pièce	C A N O N DE C O N T R E P O U P E E					
Phase	Machine outil	Te (mn)		Fd h / an	Fnec (mn)	Nombre m_{nec}
10	Fraiseuse Duplex FZ W D 160 x 1000	3,37	5	2280	10 110	0,07
20	Tour Almo Tp 255 ou 295	24,20	4	2304	72 600	0,53
30	" " "	21,77	4	2304	65 310	0,47
40	" " "	22,49	4	2304	67 470	0,49
50	" " "	30,00	4	2304	90 000	0,65
60	Fraiseuse à commande numérique.	6,85	5	2280	20550	0,15
70	Perçuse G S P	7,57	4	2304	22710	0,17
100	Réctifieuse cynlindique	35,78	7	2232	107304	0,80
110	Rectificuse cylindique	19,27	7	2232	57810	0,43

TABLEAU RECAPITULATIF DE NOMBRE DE MACHINES
NECESSAIRES PAR PHASE : m_{nec}

Pièce	Corps de contre poupée					
Phase	Machine outil	Tc (mm)		Fd h/an.	Fnec (Mn).	Nombre m_{nec} .
10	Fraiseuse verticale 6H 13	27,04	5	2280	81 120	0,59
20	Fraiseuse horizontale 6H 85	12,72	5	2280	38 160	0,28
30	Fraiseuse à commande numérique FN 232.	15,68	5	2280	47 040	0,40
40	Fraiseuse verticale 6H 13	7,4	5	2280	22 200	0,16
50	Alouseuse 26 21	40,21	4	2304	120 630	0,88
60	Alouseuse 26 21	53,64	4	2304	160 920	1,18
70	Machine à roder	8,52	7	2232	25 560	0,19
80	Perçeuse G SP	16,92	4	2304	50 760	1,02.

Pièce	BOUCHON D'ARRÊT (EGROU)					
Phase	Machine outil	Tc (mm)		Fd (h/an)	Fnec (mn)	Nombre m_{nec}
10	Tour D1 21 (Almo)	7,56	5	2304	22680	0,16
20	Tour Révolver 1 K 36	7,81	4	2304	23430	0,17
30	Tour D1 21 (Almo)	12,12	4	2304	36360	0,26
40	Perçeuse GSP	9,79	4	2304	29370	0,21
50	Réctificuse cylindrique	3,53	7	2232	10590	0,08

TABLEAU DE NOMBRE DE MACHINES NECESSAIRES REEL

N° Machine	MACHINE OUTIL (Pays d'origine)	Nombre m _{nec}	Nombre m _r
1	Fraiseuse verticale 6 H 13 (U.R.S.S)	0,75	1
2	Fraiseuse Duplex FZ W D 160 x 1000 : (R.D.A).	0,12	1
3	Fraiseuse horizontale 6 H 83 (U.R.S.S)	0,28	1
4	Fraiseuse à commande numérique MC 232 HES (FRANCE).	0,51 0,40	2
5	Aléscuse 2621 (U.R.S.S).	2,06	3
6	Perceuse Radiale GSP (FRANCE)	1,40	2
7	Tour parallele ALMO TP 255 Ou TP 295 (ALGERIE).	2,14	3
8	Tour SN 40 B (TCHECOSLOVAQUIE).	0,91	1
9	Tour revolver I K 63 (U.R.S.S)	0,17	1
10	Tour parallele ALMO DL 21 (ALGERIE)	0,42	2
11	Rectifieuse cylindrique universelle 3151 (U.R.S.S).	1,68	2
12	Machine à roder. 3A 83 (U.R.S.S)	0,19	1

TOTAL MACHINES: 20

Traitements thermiques aux courants à haute fréquence.

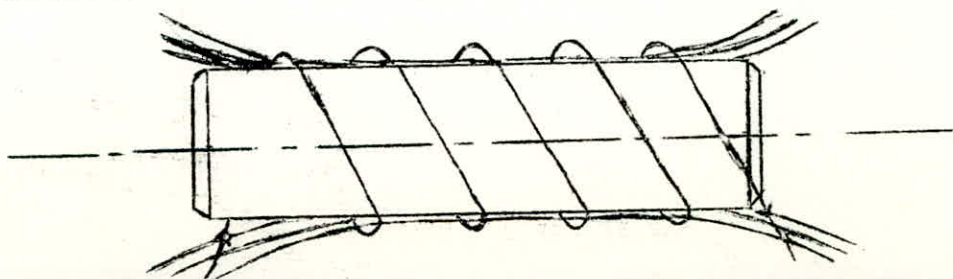
Principe: Dans une bobine reliée à un générateur de courant à haute fréquence, passe un courant qui crée autour de la bobine un champ magnétique dont le sens s'inverse autant de fois par seconde que le courant lui-même.

Si l'on place une pièce dans ce champ magnétique, il est TRAVERSÉ par des courants de FOUCAULT qui l'échauffent.

Procédé

Ce procédé est utilisé lorsque la trempe ne doit intéresser qu'une mince couche superficielle tout en laissant intacte la couche sous-jacente. Dans ce cas il est nécessaire d'avoir un chauffage très rapide pour que seule la partie à tremper soit portée à température convenable. La pièce à tremper est placée à l'intérieur d'un solénoïde (inducteur): il se développe à sa surface des courants induits qui échauffent le métal sur une profondeur de 1 à 2 mm. L'amenée du liquide de trempe s'effectue à l'aide d'un dispositif approprié. La trempe est suivie d'un revenu à basse température (200°C). Les résultats de la trempe superficielle sont l'augmentation de la dureté, l'amélioration de la résistance, de la limite de fatigue des couches superficielles de la pièce. Le cœur reste ductile et résiste bien aux charges dynamiques .

La trempe par induction crée des conditions favorables à l'automatisation et permet d'insérer le traitement thermique dans une ligne continue sans interrompre la gamme de fabrication.



Te = Temps d'exécution par phase.

Na = Nombre de pièces annuel = 3000

Fd = Fond disponible selon le type de machine.

K = Coefficient tenant compte des absences ou congés.

Comment calculer Nos. ?

Nous avons déjà vu (calcul de nombre de machines) que le coefficient de chargement des machines est souvent faible. (inférieur à 1) On a été amené à faire exécuter sur une même machine par lot de 50 pièces, plusieurs phases d'une même pièces (Tour SN 40 B, pièce = Axe) ou de différentes pièces (rectifieuse, perceuses radiale etc...); ces différentes phases sont exécutées sur la même machine par un même ouvrier. On prendra donc en considération le Te de la phase le plus élevé par machine.

2/ Calculs.

Nous allons dresser un tableau comportant la liste de toutes les machines et donnant les résultats de calcul de Nos. (Tableau *page 128*)

Nosr = 20 ouvriers specialises

II/ Calcul d'ouvriers auxilliaire Noa

Cette catégorie d'ouvriers comprend : les contremaîtres, les ajusteurs les magasiniers, les réparateurs etc... ce nombre est égal de 15 à 25 % Nos

On prendra Noa = (20 % Nosr) = 4.

III/ Calcul des agents techniques.

Cette catégorie regroupe les agents de méthode, les agents de répartition etc...

Il est égal de 10 à 12 % (Nosr + Noa) (On prendra 10%)

Ce nombre est : Nat = 10% (20 + 4) = 2,4

Soit Nat = 3 agents

IV/ Calcul du nombre d'ouvriers total Not

c'est la somme de tous les ouvriers déjà calculés.

Not = Nos + Noa + Nat + 2 agents de contrôle

Not = 20 + 4 + 3 + 2 = 29 Ouvriers

Not = 29 ouvriers

TABLEAU DU NOMBRE D'OUVRIERS SPECIALISES

N°	MACHINE	Nombre	PIECE.	Phase	Te	Fd	Nos	Nor
1	Fraiseuse 6 H 13.	1	Corps	10	27,04	2280	0,66	1
2	Fraiseuse duplex	1	Axe	10	2,55	2280	0,05	1
			Canon	10	3,37	2280	0,08	
3	Fraiseuse horizontale	1	Corps	20	12,72	2280	0,31	1
4	Fraiseuse à commande numérique. Mc 232.	2	Corps	30	16,68	2280	9,38	2
			Canon	60	6,05	2280	0,17	
			Axe.	40	16,45	2280	0,40	
5	Aleseuse 26 /21	3	Corps	50	40,21	2304	0,97	3
			Corps	60	53,64	2304	1,29	
			Comp.	70	8,52	2304	0,21	
6	Perceuse radiale	2	Corps	80	46,92	2304	1,13	2
			Canon	70	7,67	2304	0,18	
			Ecrou	40	9,79	2304	0,24	
7	Tour TP 255.	1	Ecrou	20	24,2	2304	0,58	3
			Ecrou	30	21,77	2304	0,51	
			Ecrou	40	22,49	2304	0,54	
8	Tour SN 40 B	1	Axe	20	23,51	2304	0,57	1
			Axe	30	18,28	2304	0,44	
9	Tour revolver	1	Ecrou	20	7,81	2304	0,19	1
10	Tour DL 21. ALMO	1	Ecrou	10	7,56	2304	0,18	2
			Ecrou	30	12,12	2304	0,29	
11	Rectifieuse universelle	2	Ecrou	50	3,53	2232	0,09	2
			Axe	50	16,62	2232	0,41	
			Canon	100	35,78	2232	0,89	
			Canon	110	19,27	2232	0,48	
12	Machine à roder	1	Corps	90	11,13	2304	0,28	1
TOTAL							Nosr = 20	

.....
: HYGIENE ET SECURITE :
.....

Hygiène et la sécurité sont des fonctions nécessaires dans l'atelier. Des campagnes sont souvent entreprises pour sensibiliser les unités afin de limiter les accidents de travail. Il existe même un code de travail régissant l'hygiène et la sécurité.

On citera surtout :

- Le nettoyage journalier des ateliers y compris les machines.
- Le cubage d'air 7m^3 / personne (jusqu'à 11m^3 par personne).
- Les aires de circulations
- implantations des machines
- Les couleurs des murs.
- Chauffage, éclairage.
- la prévention contre l'incendie.
- Le port de gants, de lunettes de tablier de chaussures de sécurité sont obligatoire, les machines doivent être munies de protecteurs en plastique transparent.

Les accidents de travail sont souvent dus à l'impropreté : tâche d'huile, copeaux (défaut de port de chaussures de sécurité) travail sans gants, inattention dans le travail...

Le non respect des mesures de sécurités occasionne non seulement des pertes de temps donc d'argent mais aussi il peut-être à l'origine d'incapacité de travail et même occasionné des pertes de vie.

MANUTENTION

C'est le déplacement d'un objet avec ou sans appareil spécial elle ne comprend les manipulations d'objets ou d'outils faits à un poste de travail. On dit que la meilleure manutention est celle que l'on peut éliminer. Donc on cherche si possible à éliminer la manutention sinon à la simplifier et à la mécaniser.

Ceci dépend beaucoup de l'implantation des machines.

On peut utiliser des :

- chariot à main , électriques, éleveurs.
- pont roulant.
- portiques.
- monorails
- potences.

Notre choix c'est fixé sur :

- pont roulant (5 Tonnes).
- Potence (1 tonne).
- Automoteur (chariot éleveurs) 3 tonnes.

Le pont roulant est utilisé :

- quand le déplacement est long (exemple transporter la caisse contenant les axes de la machine duplex pour SN 40B. environ 16 m.).
- Lors de la réparation et déplacement des machines outils.

La potence est utilisée :

- Pour le déplacement des pièces d'une machine à l'autre. Elle a un rayon d'action de 5 m.

Le chariot électrique (automoteur) sert à ramener les caisses des pièces brutes vers les machines.

- à déplacer les caisses vides etc...
- à intervenir en cas de panne, d'occupation de la potence ou du pont roulant.

Nous donnons un schéma d'implantation de l'atelier avec le système de manutention dans le dessin N° 9

.....
: / O N C L U S I O N :
:
.....

Dans cette modeste étude, à partir de dessins de définition des pièces à produire, nous avons établi les gammes d'usinage.

Pour la réalisation des programmes annuel on choisit les machines , on détermine les régimes de coupe et les temps d'exécution. La méthode utilisée pour le choix des régimes de coupe est le fruit de précieuses recherches effectuées en U.R.S.S. On calcule aussi le nombre des outils, des ouvriers et des machines nécessaires.

Les machines outils utilisées sont modernes et ont été pour la plupart exposées à la foire internationale d'Alger et en général sont achetées par l'état.

Enfin dans l'organisation de l'atelier, on répartit les machines et on installe les systèmes de manutention en tenant compte de la sécurité dans le travail.

B I B L I O G R A P H I E

- 1°) Les fascules DELAGRAVE 1974.
 - N° 3 Tournage des métaux A. CHEVALIER
 - N° 4 Fraisage des Métaux A. DOURNIER
 - N° 6 Perçage, Alésage Filage A. CHEVALIER
 - N° 7 Usinage par abrasion A. CHEVALIER
 - Livret de Technologie Générale (TOME II)
Organisation Industrielle
- 2°) Technologie Professionnelle (TOME II) ED. FAUCHER A. CAMPA.
- 3°) POLYCOPIES DE TECHNOLOGIE D'EXECUTION (I & II)
G. TKEMALADZE ALGER 78
- 4°) Organisation des Ateliers - Calcul des Prix en mécanique
DUNOD Paris 1972 W. GAUTHEY
- 5°) Catalogue de Constructeurs et revues de Machines et Outils.
- 6°) Pointage - Taraudage mécanique Ed EUROLLES

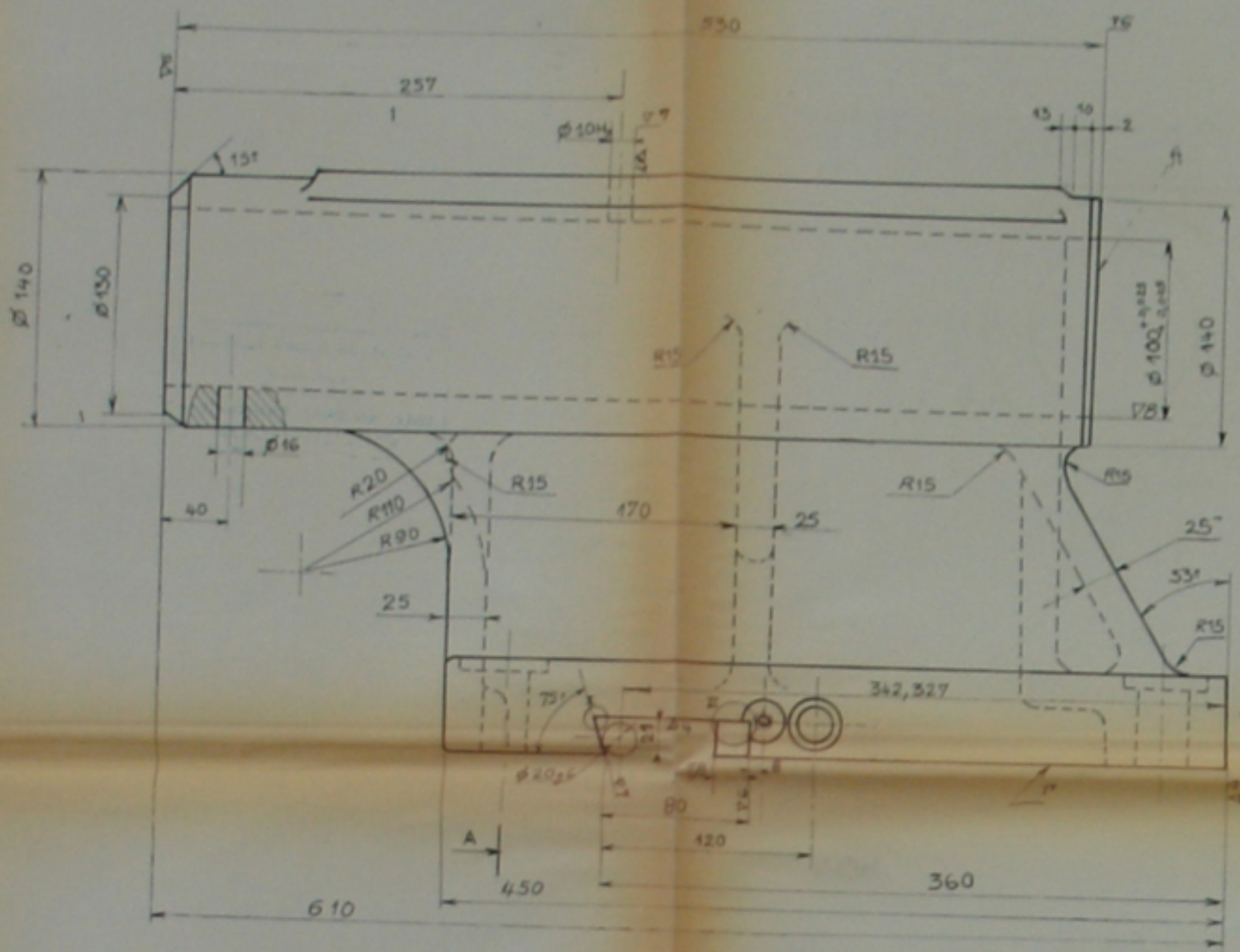
L. COMPAIN.

L I T T E R A T U R E E T R E V U E S S O V I E T I Q U E S

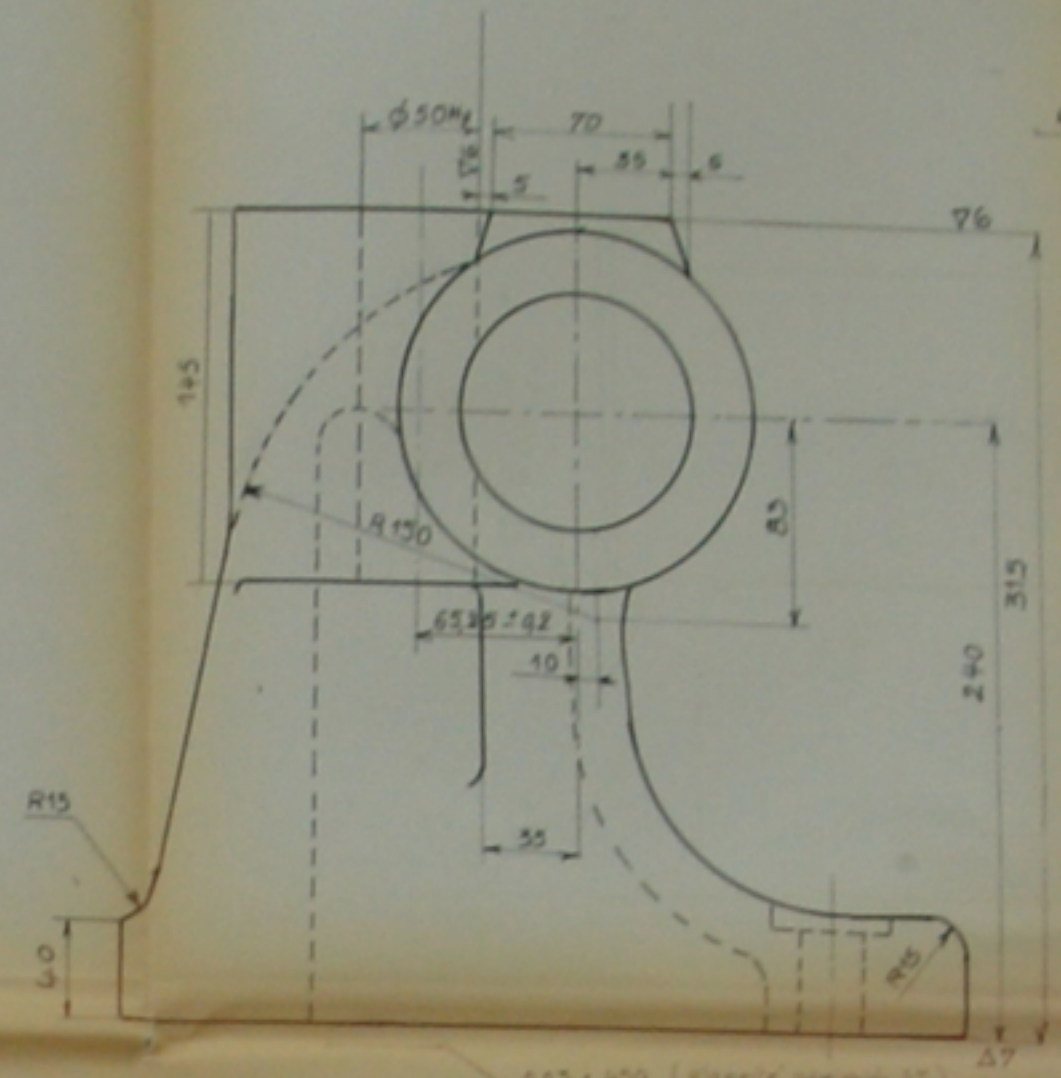
- 7°) Антонюк В.Е., Рубинчик А.И. и др. Краткий справочник техно-
лога механического цеха. "Беларусь", Минск, 1968
- 8°) Черепцов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроитель-
ных техникумах. "Высшая школа", Москва, 1976
- 9°) Корсаков В.С. Основы технологии машиностроения, "Машино-
строение", Москва, 1977
- 10°) Словов М.С., Демидов В.И., Дмитриев В.Л. Технология машино-
строения Москва. "Высшая школа", 1976

S O M M A I R E

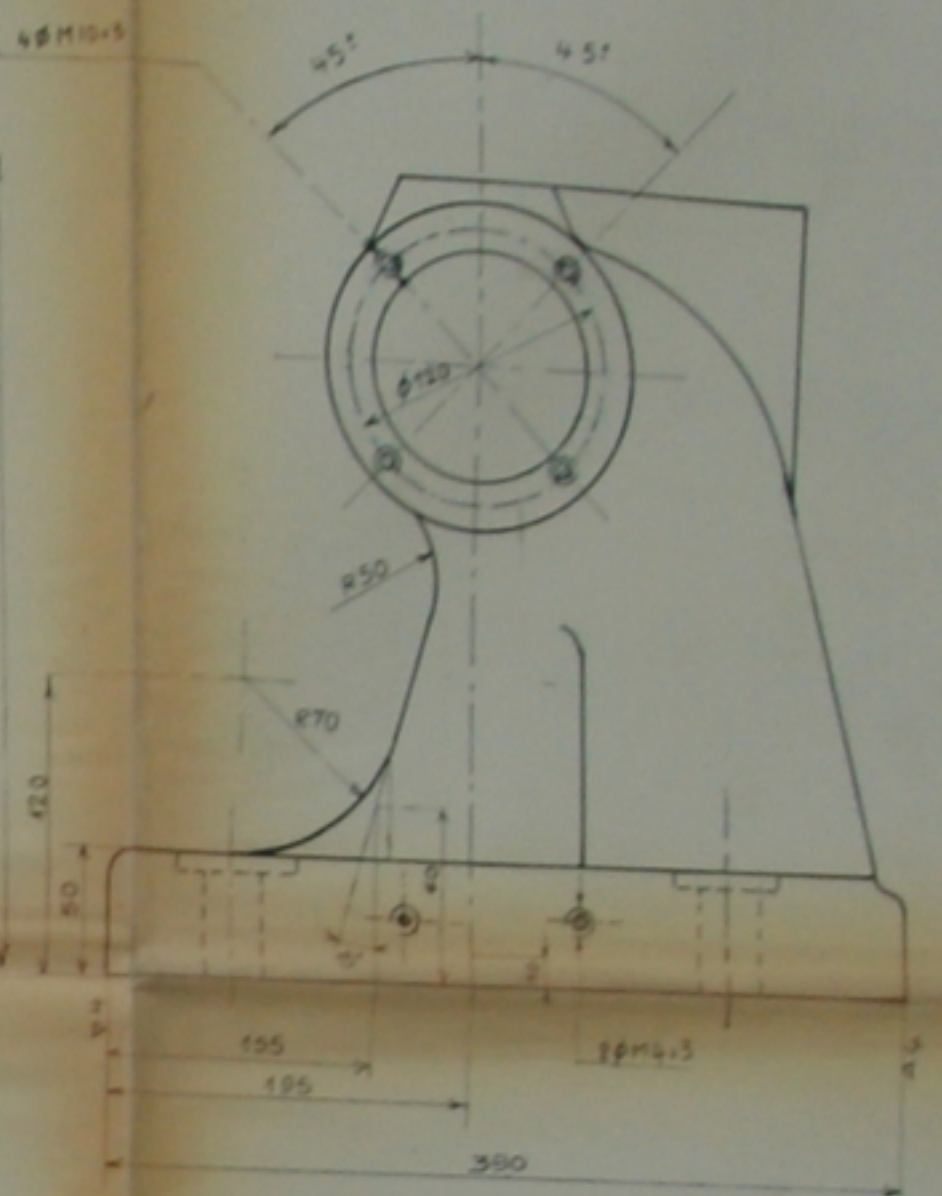
INTRODUCTION.....	1
<u>CHAPITRE PREMIER</u>	3
1-Méthodes	
2-Choix des machines et des procédés d'usinage	
3-Etablissement de la gamme d'usinage	
4-Méthodes d'exploitation	
<u>CHAPITRE DEUXIEME</u>	17
-Régimes de coupe	
<u>CHAPITRE TROISIEME</u>	72
-Temps d'exécution	
<u>CHAPITRE QUATRIEME</u>	96
-Calcul outillage	
<u>CHAPITRE CINQUIEME</u>	112
-Calcul des puissances machines	
<u>CHAPITRE SIXIEME</u>	126
-Calcul des effectifs	
<u>CHAPITRE SEPTIEME</u>	129
-Hygiène et sécurité	
<u>CHAPITRE HUITIEME</u>	130
-Manutention	
<u>CONCLUSION</u>	132
<u>SOMMAIRE</u>	134
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	



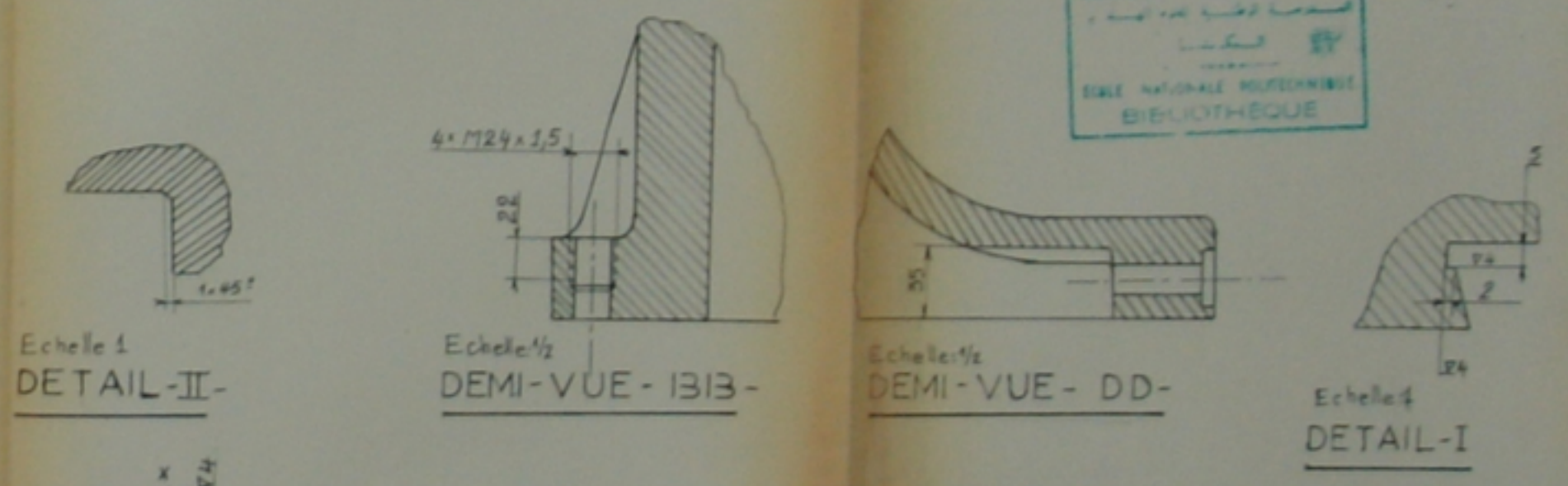
VUE DE DROITE DU CORPS



VUE DE FACE DU CORPS



VUE ARRIERE

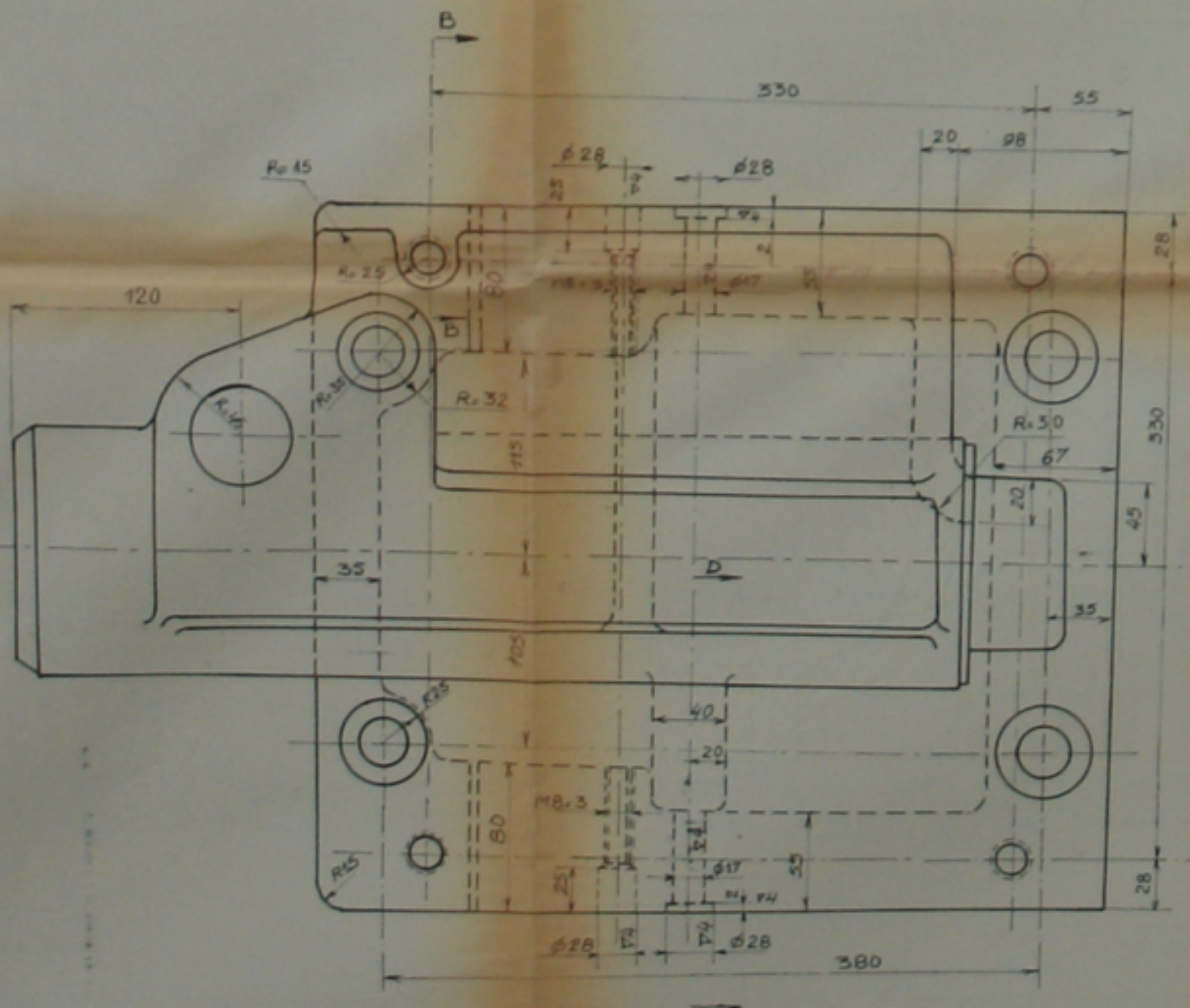


Echelle 1
DETAIL-II-

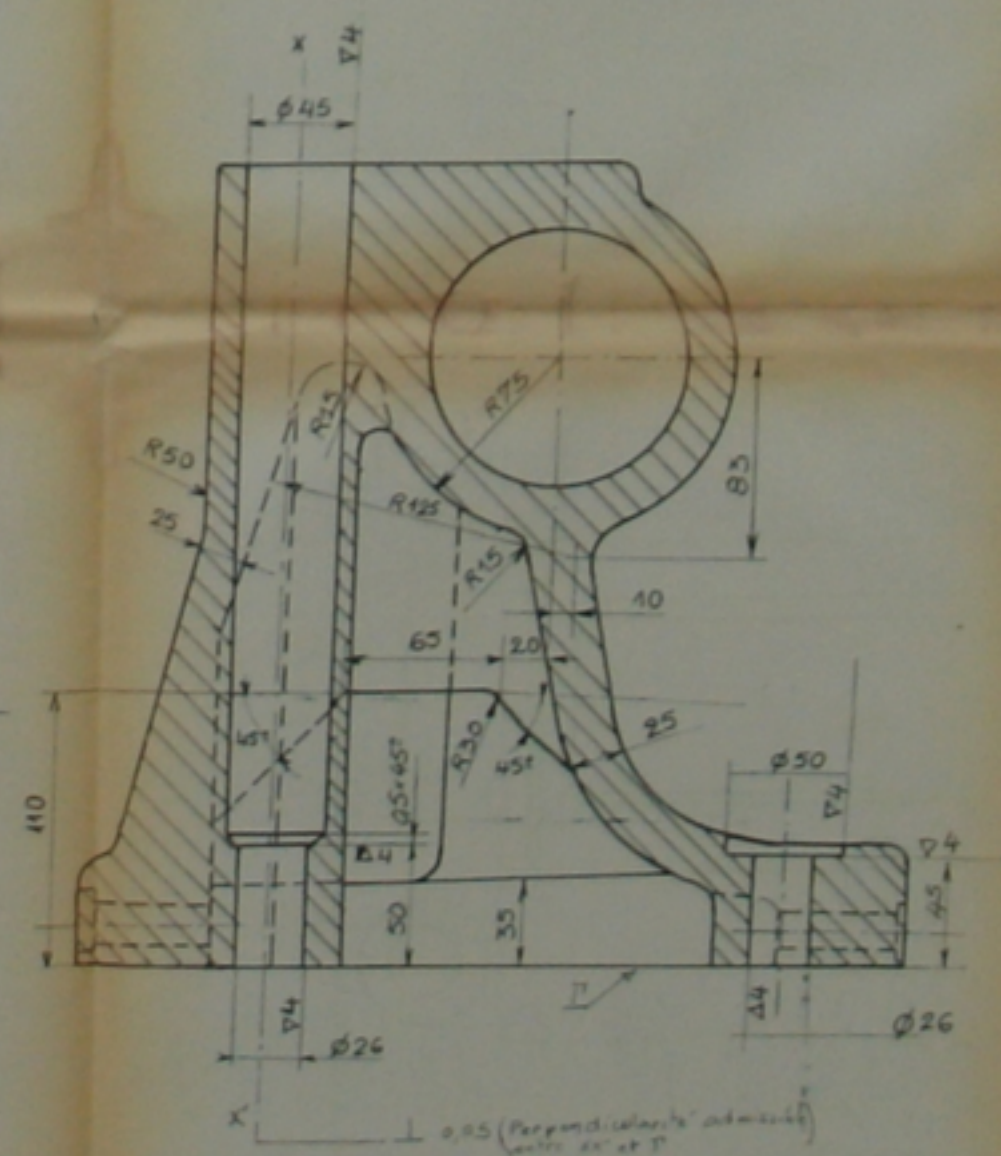
Echelle 1/2
DEMI-VUE - 1B3-

Echelle 1/2
DEMI-VUE - DD-

Echelle 1/4
DETAIL-I



VUE DE DESSUS



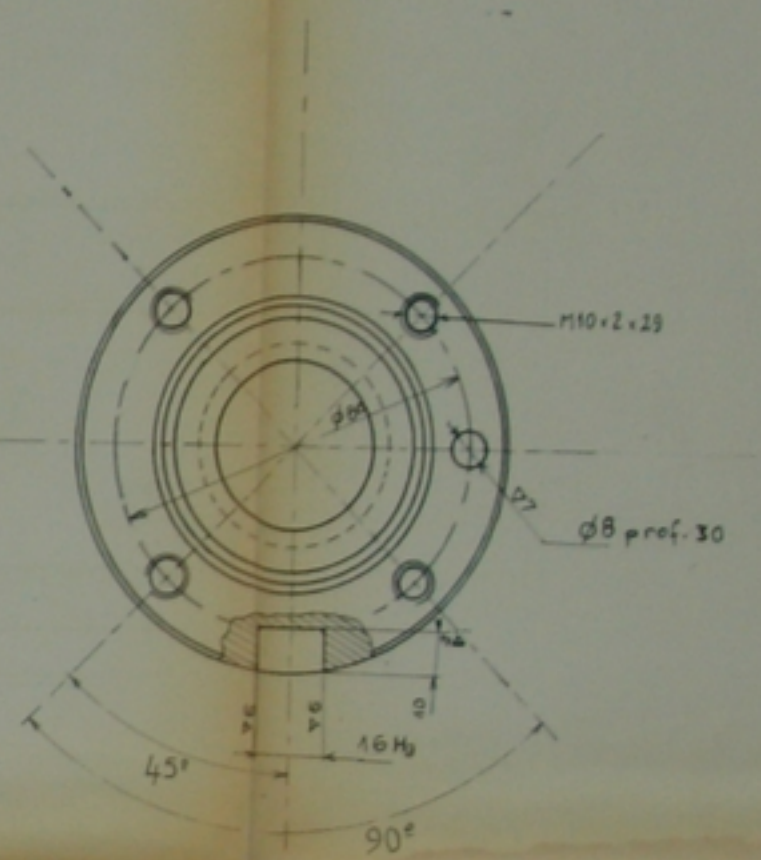
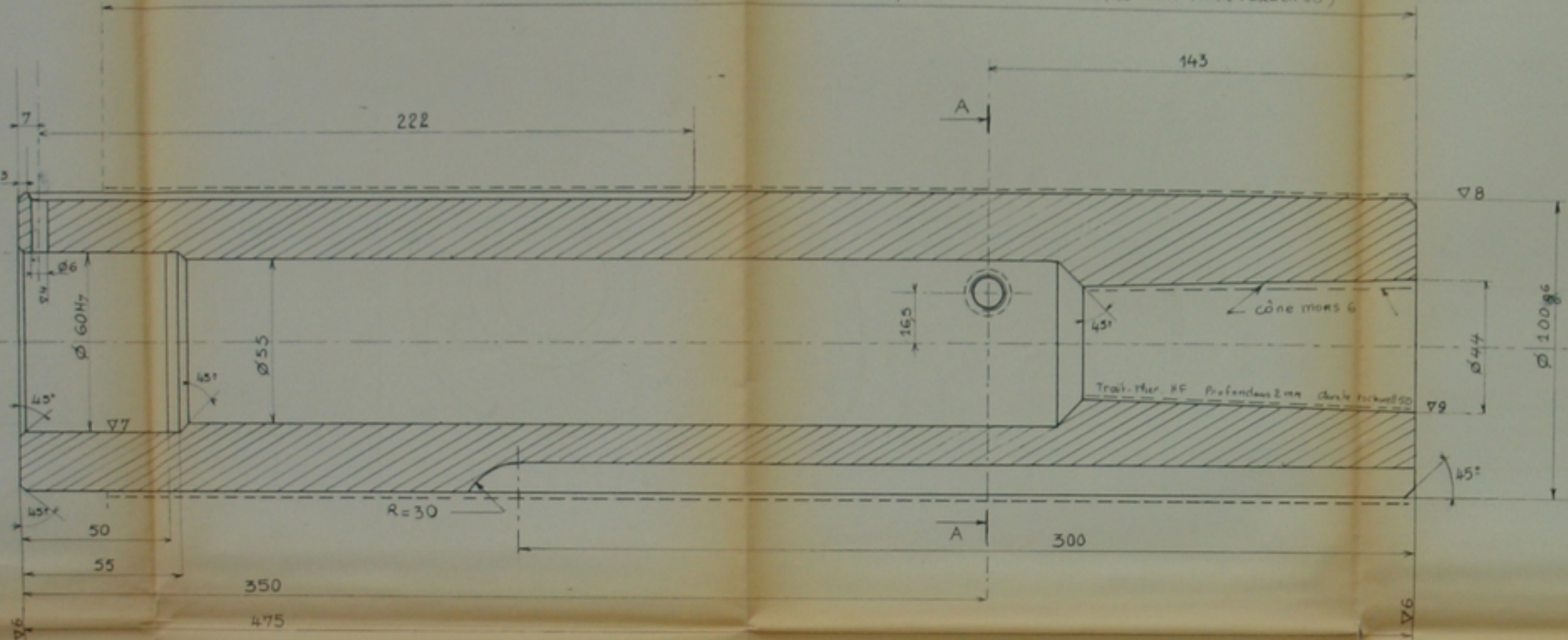
COUPE AA
DE LA VUE DE DROITE

PM007 79
- 1 -

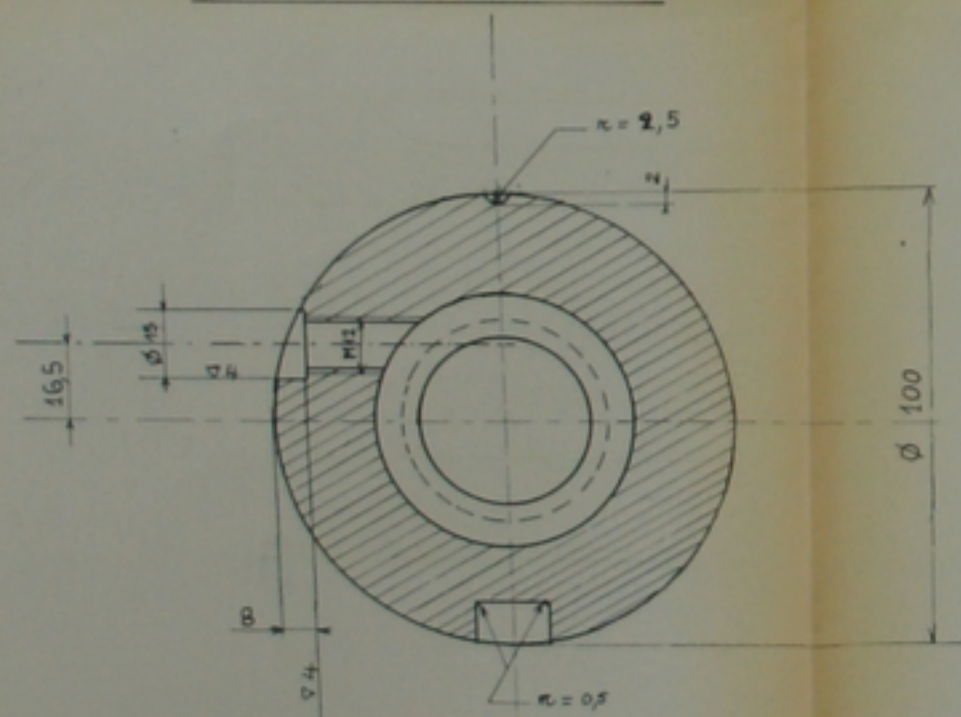
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE		
DEPT DE MECANIQUE USTA		
PROFESSEUR	CORPS DE CONTRE	ASSISTANT
ETUDIANT	POUPEE DE TOUR	STUDIANT
ATLIERE DE FABRICATION		

N° Phase	PHASE	M° Opération	Operation	CROQUE	Machines Outils	Outils	Montage	Ver. hauteur	Vitesse (m/min)	Vitesse (V/m/m)	T ₁ (min)	T ₂ (min)	T ₃ (min)	T ₄ (min)	T ₅ (min)		
																Phase	Opération
10	FRAISAGE	10-01	Surfaçage (ébauche)		Fraiseuse Verticale GKS	Fraise à Surfaçage	Serrage par bride		2	2.100	95,0	5,0					
		10-02	Surfaçage (ébauche)			Fraise à Surfaçage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		10-03	Surfaçage (ébauche)			Fraise à Surfaçage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		10-04	Surfaçage (ébauche)			Fraise à Surfaçage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
20	FRAISAGE	20-01	Surfaçage (ébauche)		Fraiseuse Horizontale GKS	Fraise à Surfaçage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		20-02	Surfaçage (ébauche)			Fraise à Surfaçage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		20-03	Surfaçage (ébauche)			Fraise à Surfaçage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		20-04	Surfaçage (ébauche)			Fraise à Surfaçage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
30	FRAISAGE	30-01	Raïmage (ébauche)		Fraiseuse Verticale GKS	Fraise à Raïmer	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		30-02	Raïmage (ébauche)			Fraise à Raïmer	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		30-03	Raïmage (ébauche)			Fraise à Raïmer	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		30-04	Raïmage (ébauche)			Fraise à Raïmer	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
40	FRAISAGE	40-01	Raïmage incliné		Fraiseuse Verticale GKS	Fraise à Raïmer	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		40-02	Raïmage incliné			Fraise à Raïmer	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		40-03	Raïmage incliné			Fraise à Raïmer	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		40-04	Raïmage incliné			Fraise à Raïmer	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
50	ALÉSAGE	50-01	Alésage (ébauche)		Alésage	Alésage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		50-02	Alésage (ébauche)			Alésage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		50-03	Alésage (ébauche)			Alésage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		50-04	Alésage (ébauche)			Alésage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
60	ALÉSAGE	60-01	Alésage (ébauche)		Alésage	Alésage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		60-02	Alésage (ébauche)			Alésage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		60-03	Alésage (ébauche)			Alésage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		60-04	Alésage (ébauche)			Alésage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
70	RODAGE	70-01	Rodage (ébauche)		Machinisme	Rodage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		70-02	Rodage (ébauche)			Rodage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		70-03	Rodage (ébauche)			Rodage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		70-04	Rodage (ébauche)			Rodage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
80	RODAGE	80-01	Rodage (ébauche)		Machinisme	Rodage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		80-02	Rodage (ébauche)			Rodage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		80-03	Rodage (ébauche)			Rodage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
		80-04	Rodage (ébauche)			Rodage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
90	ESBAISSAGE	90-01	Esbaisage		Machinisme	Esbaisage	Serrage par bride		10	2.100	11,0	5,0					
<p>UNIVERSITÉ D'ALGER</p> <p>ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE</p> <p>DEPARTEMENT DE MÉCANIQUE</p> <p>ATELIER DE FABRICATION D'UNE (CONTRE-POISE) DE TOUR</p> <p>IBRAHIM DAHOUMANE</p>																	

440 (traitement thermique au courant HF - Profondeur 2mm chute rugosité 50)



DEMI-VUE DE FACE



COUPE-AA

VUE DE GAUCHE

PM00779

- 3 -

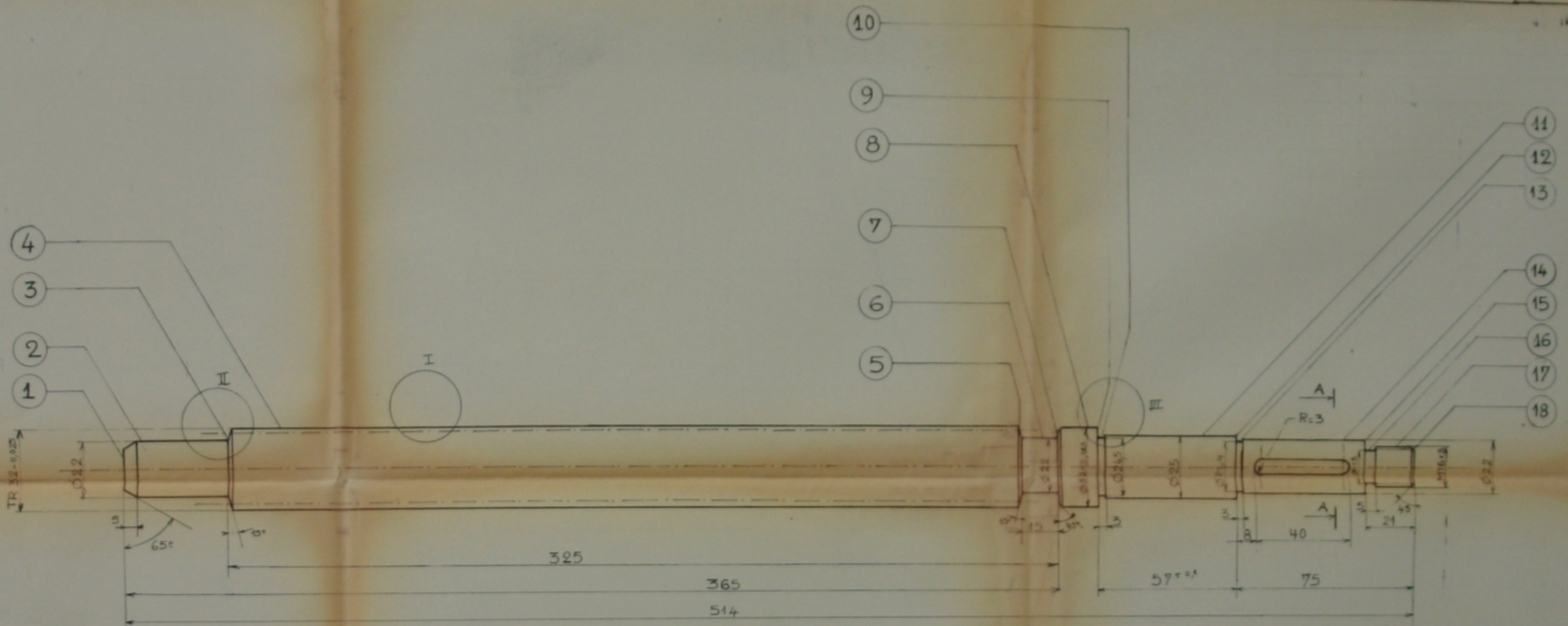
المعهد الوطني للتكنولوجيا
البنية التحتية
المعهد الوطني للتكنولوجيا
BIBLIOTHÈQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE		
DEP DE MECANIQUE		USTA
Station de fin d'études	ATELIER DE FABRICATION D'UNE CONTRE-POUPE DE TOUR	Appareil n° 17
Station de fin d'études	CANON DE CONTRE-POUPE	Étude par
Station n° 2		SANOUHANE et
		BENLAKHAR

Étape	Opération	Machine	Outils	Montage	Caractéristiques	V_c (m/min)	f_z (mm)	T_c (min)	T_{op} (min)	T_{tot} (min)	
10	FRAISAGE DUPLEX	Machine Duplex FPM 2	Doutils de coupe	Moulinet	Moulinet	1000	0.1	1.5	1.5	3.5	
	Fraisage en bout										
20	TOURNAGE	Tour parallèle TP 200	Doutils de coupe	Moulinet	Moulinet	1000	0.1	1.5	1.5	3.5	
	Charriage (ébarbotage)										
30	TOURNAGE	Tour parallèle TP 200	Doutils de coupe	Moulinet	Moulinet	1000	0.1	1.5	1.5	3.5	
	Charriage (ébarbotage)										
40	TOURNAGE	Tour parallèle TP 200	Doutils de coupe	Moulinet	Moulinet	1000	0.1	1.5	1.5	3.5	
	Alésage										
50	TOURNAGE	Tour parallèle TP 200	Doutils de coupe	Moulinet	Moulinet	1000	0.1	1.5	1.5	3.5	
	Alésage conique										
	Alésage conique										
	Alésage conique										
	Alésage conique										
60	TOURNAGE	Tour parallèle TP 200	Doutils de coupe	Moulinet	Moulinet	1000	0.1	1.5	1.5	3.5	
	Charriage (ébarbotage)										
	Charriage (ébarbotage)										
	Charriage (ébarbotage)										
	Charriage (ébarbotage)										
70	FRAISAGE	Machine à commande numérique	Doutils de coupe	Moulinet	Moulinet	1000	0.1	1.5	1.5	3.5	
	Alésage										
	Fraisage										
	Fraisage										
80	PÉRAGE	Machine à commande numérique	Doutils de coupe	Moulinet	Moulinet	1000	0.1	1.5	1.5	3.5	

TRAITEMENT THERMIQUE SURFACE EXTERIEURE ET ALÉSAGE EN TROUS POUR COUVERTS A HAUTE PERFORMANCE

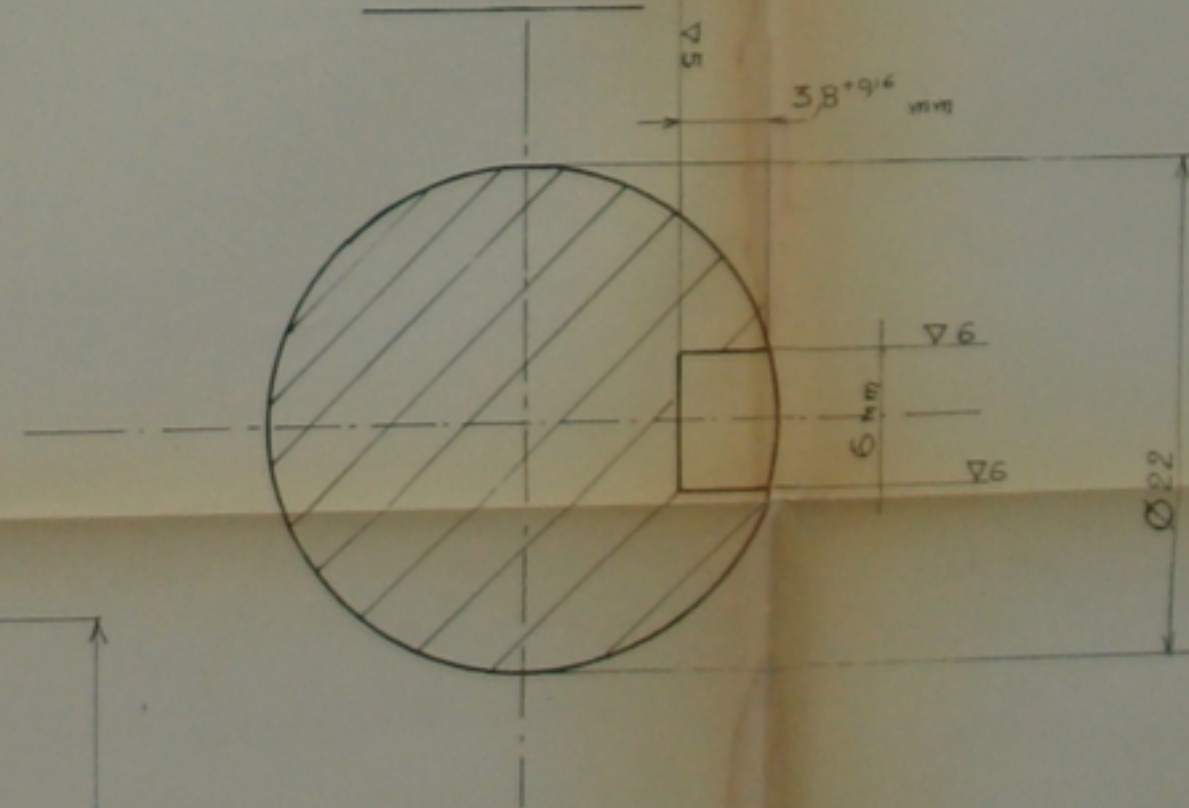
Étape	Opération	Machine	Outils	Montage	Caractéristiques	V_c (m/min)	f_z (mm)	T_c (min)	T_{op} (min)	T_{tot} (min)	
90	RECTIFICATION	Machine à commande numérique	Doutils de coupe	Moulinet	Moulinet	1000	0.1	1.5	1.5	3.5	
	Rectification										
	Rectification										
	Rectification										
100	RECTIFICATION	Machine à commande numérique	Doutils de coupe	Moulinet	Moulinet	1000	0.1	1.5	1.5	3.5	
	Rectification										
110	RECTIFICATION	Machine à commande numérique	Doutils de coupe	Moulinet	Moulinet	1000	0.1	1.5	1.5	3.5	



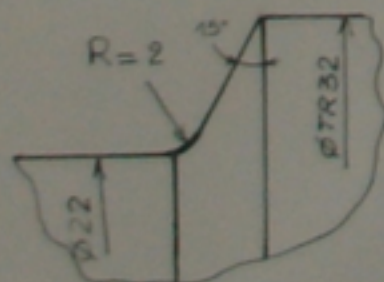
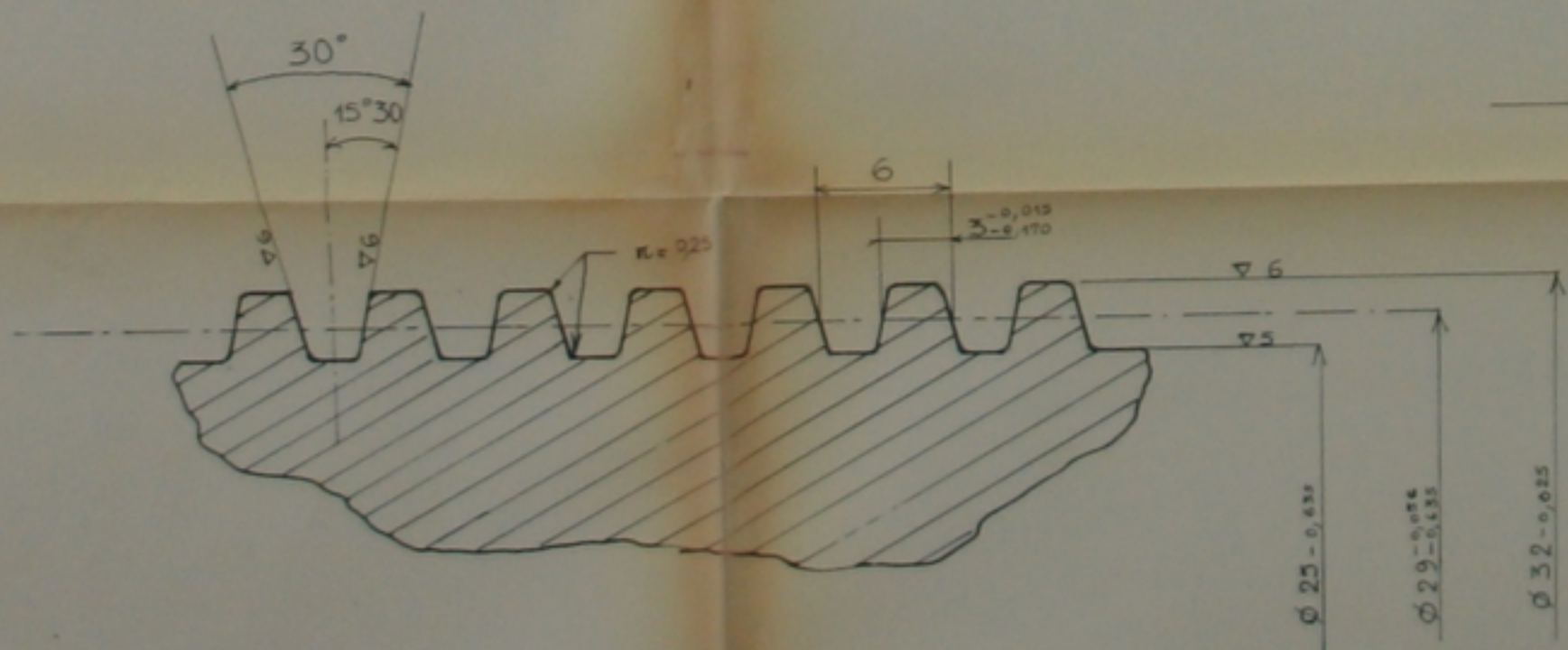
VUE DE FACE DE L'AXE (echelle 1)

PM00779
-5-

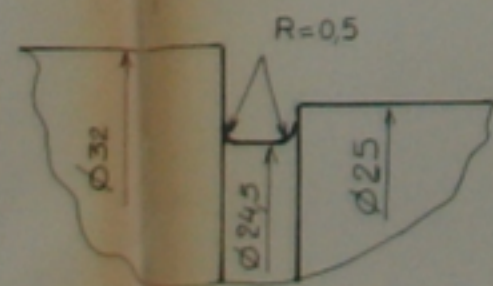
COUPE AA (echelle 4)



I-DETAIL DU FILET TR (echelle 4)

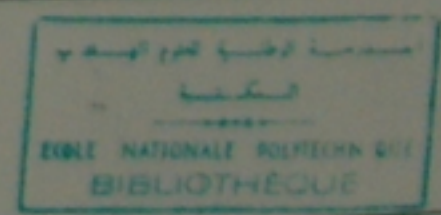


DETAIL-II-



DETAIL-I-

1-2	Traitement thermique de 15 mm sur 2 avec un courant à haute fréquence
3	Chanfrein à 15° avec un arrondi de bec de 2 mm
4	Filetage TR 32 x 6 - Etat de surface VB - la perçure ne doit pas dépasser 5% après l'usinage des pointes
5	Chanfrein à 15° arrondi de bec à R=2 mm
6	Surface ébouchée
7	"
8	Surface profilée - Parallèle avec l'axe de perçure au moins dans 5% HT 16
9	Surface dressée fini à 0,01 mm - VB
10	arrondi de bec $R=2$
11	Surface profilée - VB - défaut de parallélisme avec l'axe ne doit pas dépasser 5% glissant juste dans l'axe HT 16
12	le défaut de parallélisme avec l'axe doit être < 5% VB - surface profilée au moins dans 5% HT 16
13	
14	
15	
16	
17	
18	



ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
DEP. DE MECANIQUE U.S.T.A.
PROFESSEUR: M. TRAMALADES
PROJET DE FIN D'ETUDES: ETUDE PAR DANUMANE ET
Dessin N° 3 Atelier de fabrication d'une contre-poupée de tour. BIELLAHNER

promotion juin 1979
DESSIN N° 3

GAMME D'USINAGE DE L'AXE

étudié par
LEBENLAMARA
M-DAHOUMANE

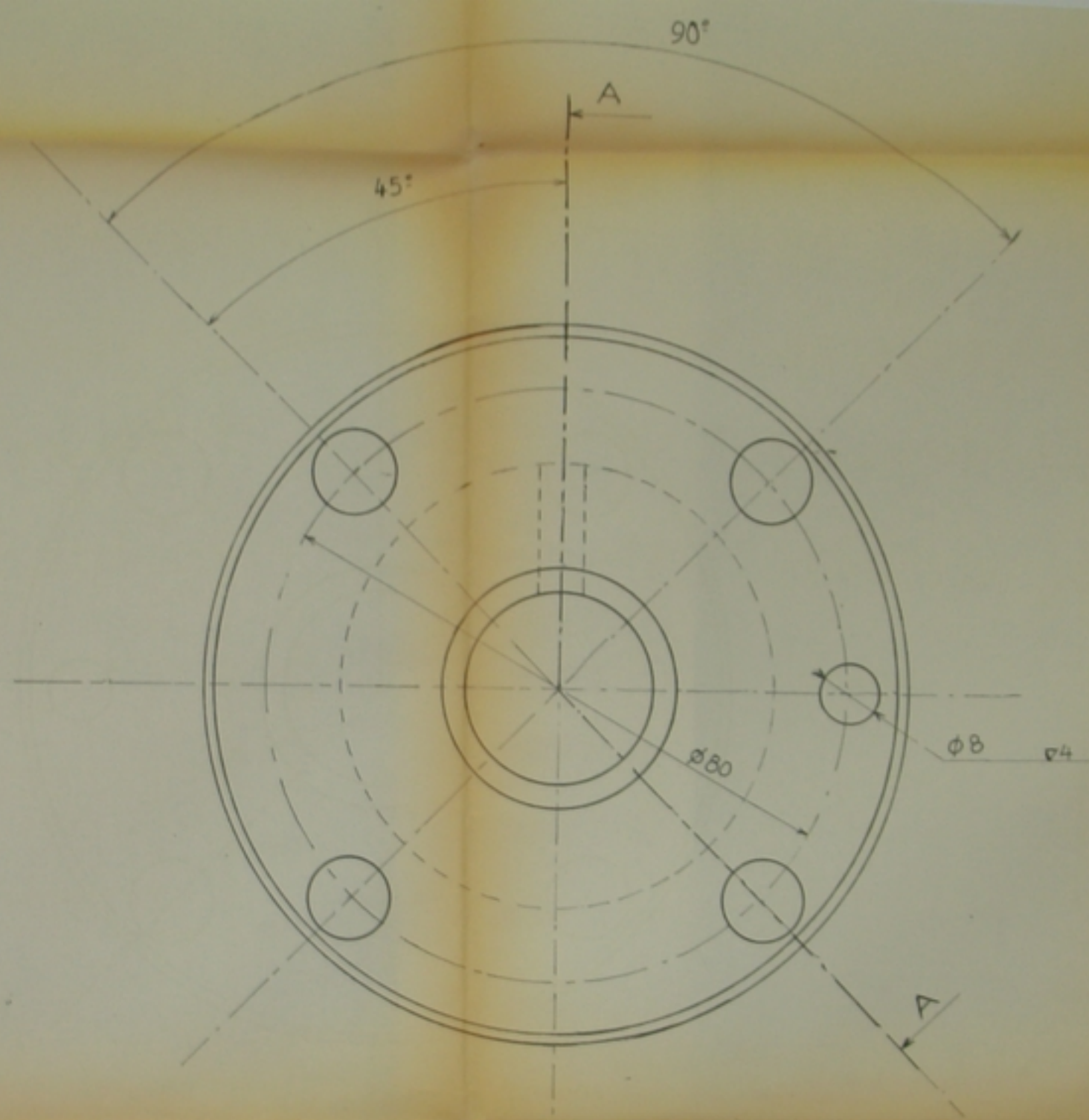
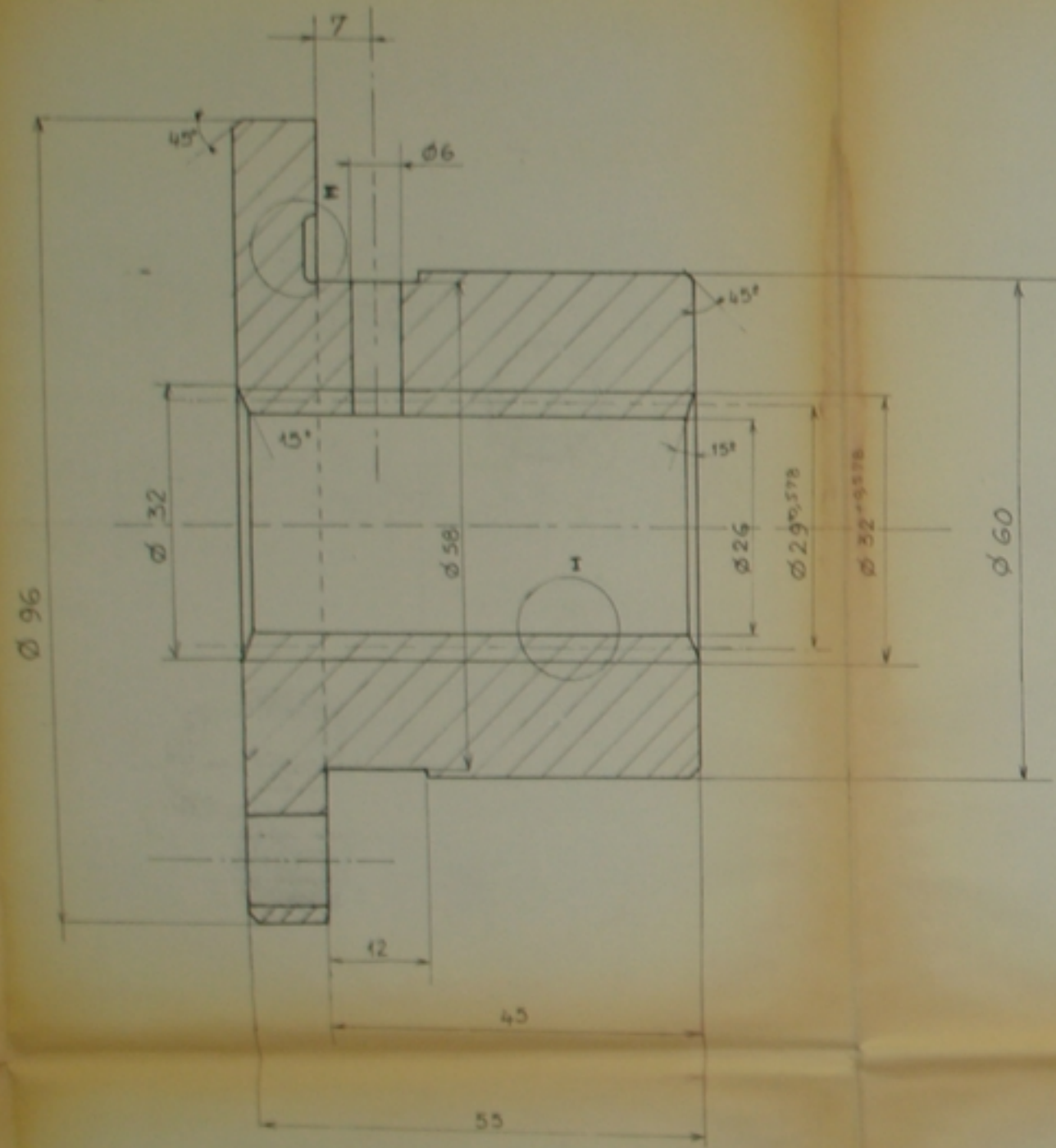
N° Phase	Dénomination phase	N° opérat. usin.	Bésignation Opération	CROQUIS	machine - OUTIL	Outils	montage	verificat.	avance a (mm/s)	Vitesse V (m/mn)	Tc (mn)	Ta (mn)	Ta/50 (mn)	Tc (mn)	
10	FRAISAGE	10-1-1	Surfaçage des faces en bout et mise en longueur		Fraiseuse Duplex FX WD 160 x 1000	Fraise en bout à dents saignées en carbure métallique 8 dents Ø 100 mm $\alpha = 45^\circ$	Serrage en mandrin pneumatique	regler de la machine	3	400 mm/s	55,2	0,35	4,4	0,4	2,2
		10-1-2	Centrage			Fraise à centrer en HSS Ø 30 mm				As 360 mm/s	8,5	0,17			
20	TOURNAGE	20-1-1	Chariotage en bout longueur 480 mm		TOUR SN 40B	Outil à charioter en HSS L x l = 20 x 30 mm Forme S à postérité réglable en carbure métallique $\alpha = 20^\circ$ $\beta = 10^\circ$ $\gamma = 45^\circ$	montage entre-pontes	Pied à coulisse	2,5	0,48	80,2	1,4	15,4	0,8	23,5
		20-2-1	Chariotage ébauche		TOUR SN 40B	Outil à charioter en HSS L x l = 20 x 30 mm Forme S à postérité réglable en carbure métallique $\alpha = 20^\circ$ $\beta = 10^\circ$ $\gamma = 45^\circ$	montage entre-pontes et bécote fixe avec butée de contrôle de course	Pied à coulisse	2,5	0,48	80,2	0,12			
		20-2-2	Chariotage demi-finition						3,5	0,48	78	0,13			
		20-2-3	facette						3	0,48	62,4	0,43			
		20-2-4	Saignage						1	0,28	145	0,80			
		20-2-5	Charfreinage à 60°						0,52	0,18	201	0,87			
		20-2-6	Charfreinage à 90°						15	0,48	78	0,22			
		20-2-7	Filetage trapézoïdal						2,9	0,48	49	0,02			
30	TOURNAGE	30-1-1	Chariotage sur capotage en 2-3 cycles		TOUR SN 40B	Outil à charioter en HSS L x l = 20 x 30 mm Forme S à postérité réglable en carbure métallique $\alpha = 20^\circ$ $\beta = 10^\circ$ $\gamma = 45^\circ$	montage entre-pontes et bécote fixe	Pied à coulisse et bague fileté	2,5	0,48	78	0,40	12	1	18,5
		30-1-2	demi-finition et finition						1,5	0,40	78				
		30-1-3	Saignage ébauche et charfreinage						3,5	0,40	78				
		30-1-4	Filetage métrique fin						1	0,28	78				
		30-1-5	Filetage métrique fin						0,5	0,18	100,9				
40	FRAISAGE	40-1-1	Fraisage de rainure		FRAISEUSE MRS A COMMANDE NUMERIQUE MC 252 A CHARGEUR AUTOMATIQUE D'OUTILS	Fraise à rainurer à 3 dents en carbure métallique saignée Ø 6 mm $\alpha = 45^\circ$	montage dans des machines en V avec moue doux	jauge	3,1	As 480 mm/s	90	1,3	12,4	0,8	14,5
		50-1-1	Rectification en plongée Ø 22		RECTIFIEUSE CYLINDRIQUE UNIVERSELLE MODEL 3151	meule cylindrique 50A 600x60x300	montage entre-pontes et lunette fixe	machines doubles	25	As 300 mm/s	18	1,05	6,6	0,8	16,6
50-1-2	Rectification Ø 21 et 20	As 300 mm/s	15						2,08						
50-1-3		As 300 mm/s	14,6						2,29						
50-1-4		As 300 mm/s	12						0,91						
50-1-5		As 300 mm/s	11,6						0,86						

UNIVERSITE NATIONALE POLYTECHNIQUE
BIBLIOTHEQUE

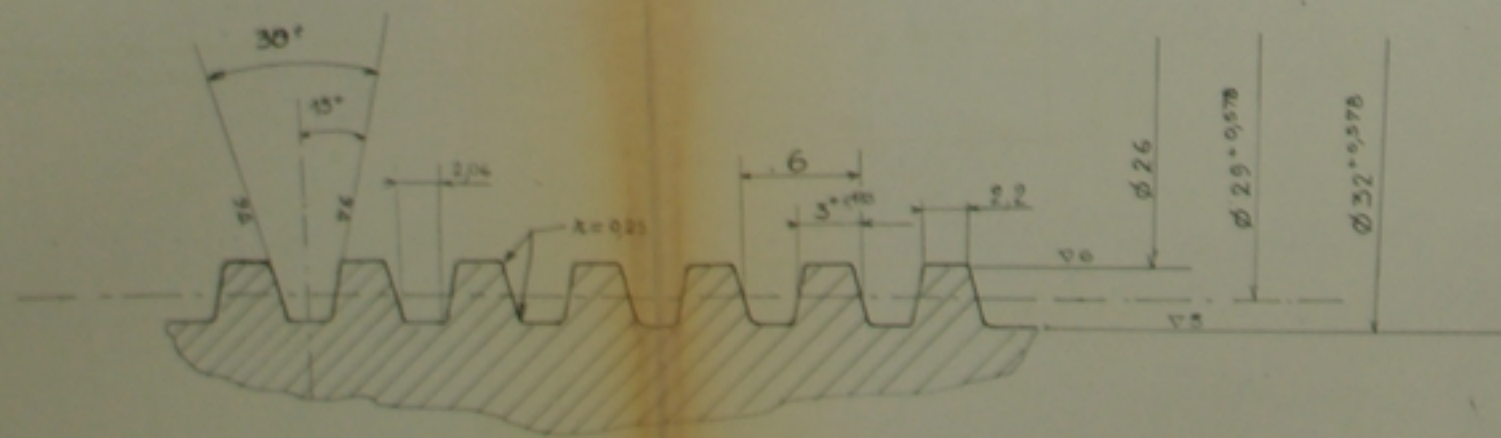
Phase	N° Opération	OPERATION	CROQUIS	M. Machine - Outil	Outils	Montage	P. min	avance (mm/min)	vitesse (tr/min)	T _h (min)	T _h (h)	T _h (j)	T _h (a)	
TOURNAGE	20-11	Dresser (ébauche)		TOUR	outil à chanter	Montage en main à main (coulée) et à l'huile	2	0,1	450	0,1				
		Dresser (semi-finition)		ALMO	outil à chanter		2	0,1	450	0,1				
	20-12	Charioter (ébauche)		(ALGERIE)	outil à chanter		2	0,1	450	0,1				
TOURNAGE	20-13	Charioter (ébauche)		TOUR	outil à chanter	Montage en main à main (coulée) et à l'huile	2	0,1	450	0,1				
	20-14	Charioter (ébauche)		REVOLVER	outil à chanter		2,5	0,1	450	0,1				
	20-15	Defoncer		(URSS)	outil à chanter		2,5	0,1	450	0,1				
	20-16	Charioter (ébauche)		outil à chanter	2,5		0,1	450	0,1					
	20-17	Alexer (Déaléxage)		outil à chanter	2,5		0,1	450	0,1					
	20-18	Alexer (Alésage final)		outil à chanter	2,5		0,1	450	0,1					
	20-19	Alexer (Alésage final)		outil à chanter	2,5		0,1	450	0,1					
TOURNAGE	30-11	Charioter (semi-finition)		TOUR	outil à chanter	Montage en main à main (coulée) et à l'huile	2	0,1	450	0,1				
	30-12	Charioter (finition)		ALMO	outil à chanter		2,5	0,1	450	0,1				
	30-13	Charioter (finition)		(ALGERIE)	outil à chanter		2,5	0,1	450	0,1				
	30-14	Charioter (finition)		outil à chanter	2,5		0,1	450	0,1					
	30-15	Saigner		outil à chanter	2,5		0,1	450	0,1					
	30-16	Chambrier		outil à chanter	2,5		0,1	450	0,1					
PERÇAGE	40-11	Perçer 4 trous		PERCEUSE	Forêt	Montage en main à main (coulée) et à l'huile	2,5	0,1	450	0,1				
	40-12	Perçer 4 trous		RADIALE	Forêt		2,5	0,1	450	0,1				
RECTIFICATION	50-11	Rectifier (en plongée)		RECTIFIEUR	Meule cylindrique	Montage en main à main (coulée) et à l'huile	2,5	0,1	450	0,1				

UNIVERSITE ALGERIA
 LABORATOIRE DE MECANIQUE
 1988

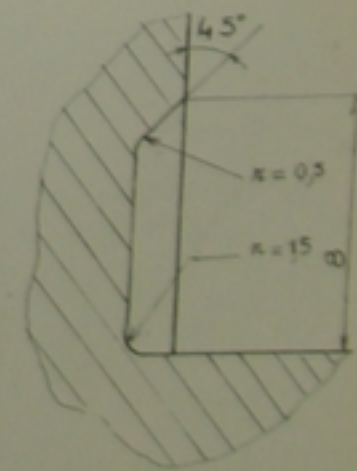
COUPE AA



VUE EN BOUT DE L'ECROU.



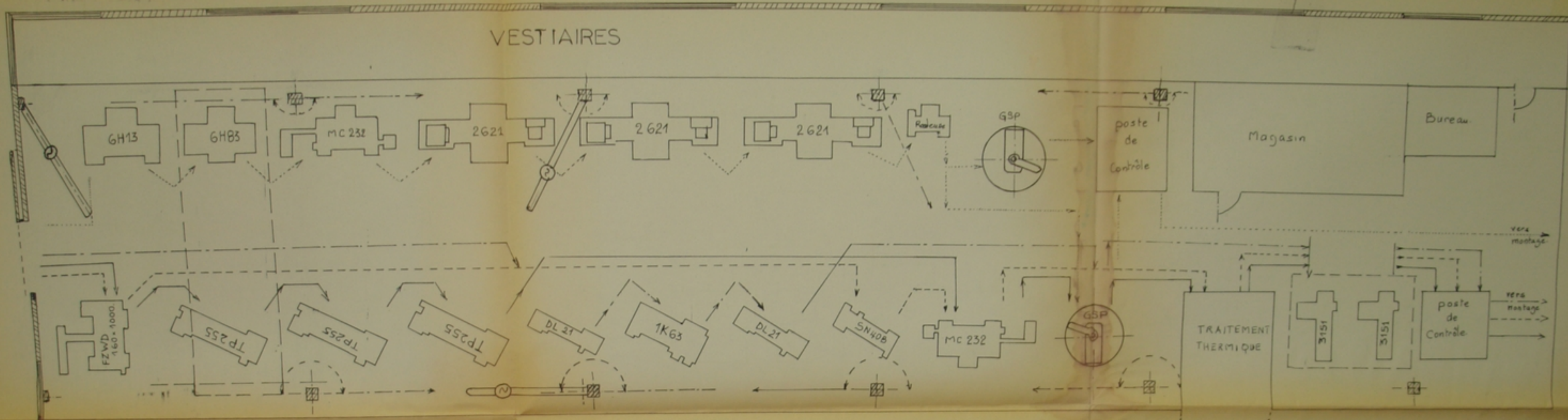
DETAIL - I



DETAIL - II

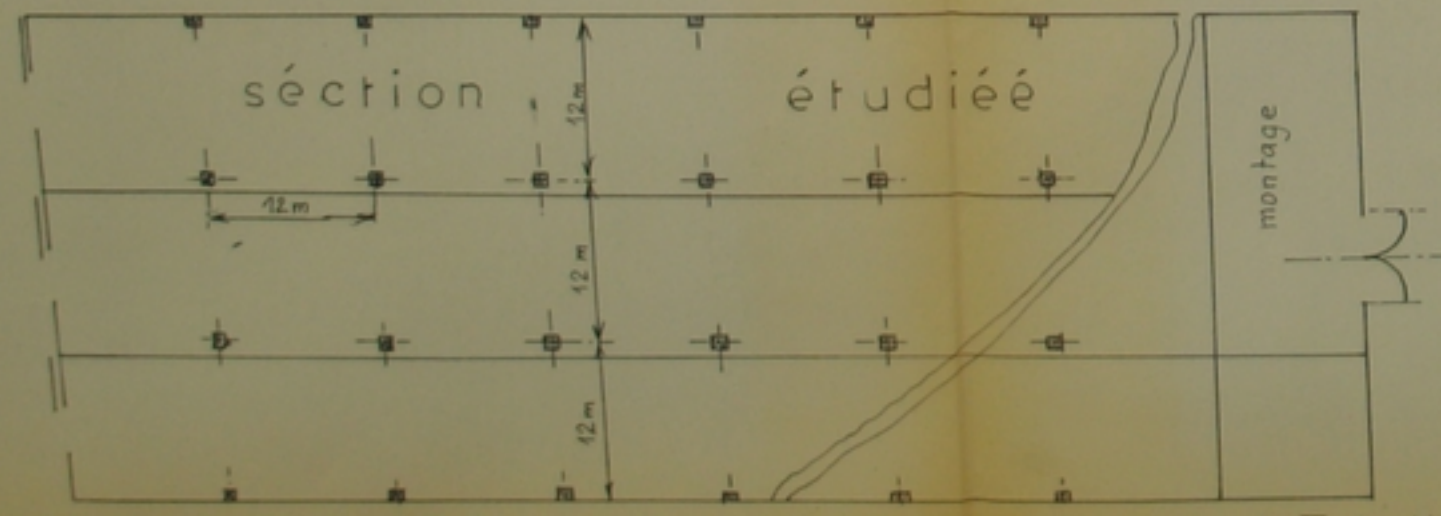
BIBLIOTHEQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
 DEPT DE MECANIQUE
 USTA
 BOUCHON D'ARRET
 DE CONTRE POUPEE
 projet de fin d'etude



LA SECTION

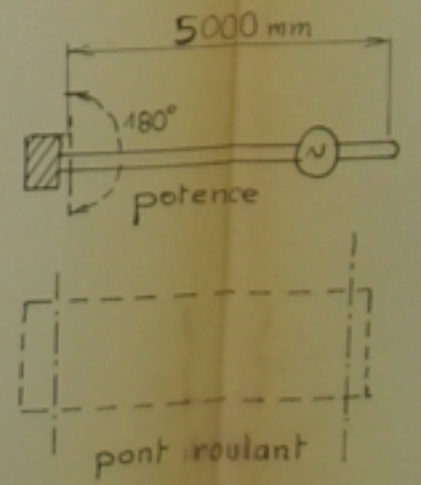
Echelle 1/100^e



L'ATELIER

Echelle: 1/400^e

جامعة الوطنى للعلوم والتكنولوجيا
 المكتبة
 ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
 BIBLIOTHEQUE



- itinéraire du corps
- " " canon
- " " de l'axe
- " " l'écrou

PM00779
 -10-

USTA-ENPA-ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE		
Projet de fin d'études	département de mécanique	proposé par M ^r : G-TKEMALADZE
Promotion Juin 79	atelier de fabrication d'une contre-pousée de tour	étudié par BENLAMARA
dessin n°9	Emplacement des machines-outils	d: DAHOUMANE