

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

8/82

UNIVERSITÉ DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
"HOUARI BOUMEDIÈNE"

Tex

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE D'ALGER
Département de Génie - Mécanique

PROJET DE FIN D'ÉTUDES

**EXECUTION D'UN CORPS DE ROBINET
A BRIDES PERPENDICULAIRES**

Proposé et suivi par :

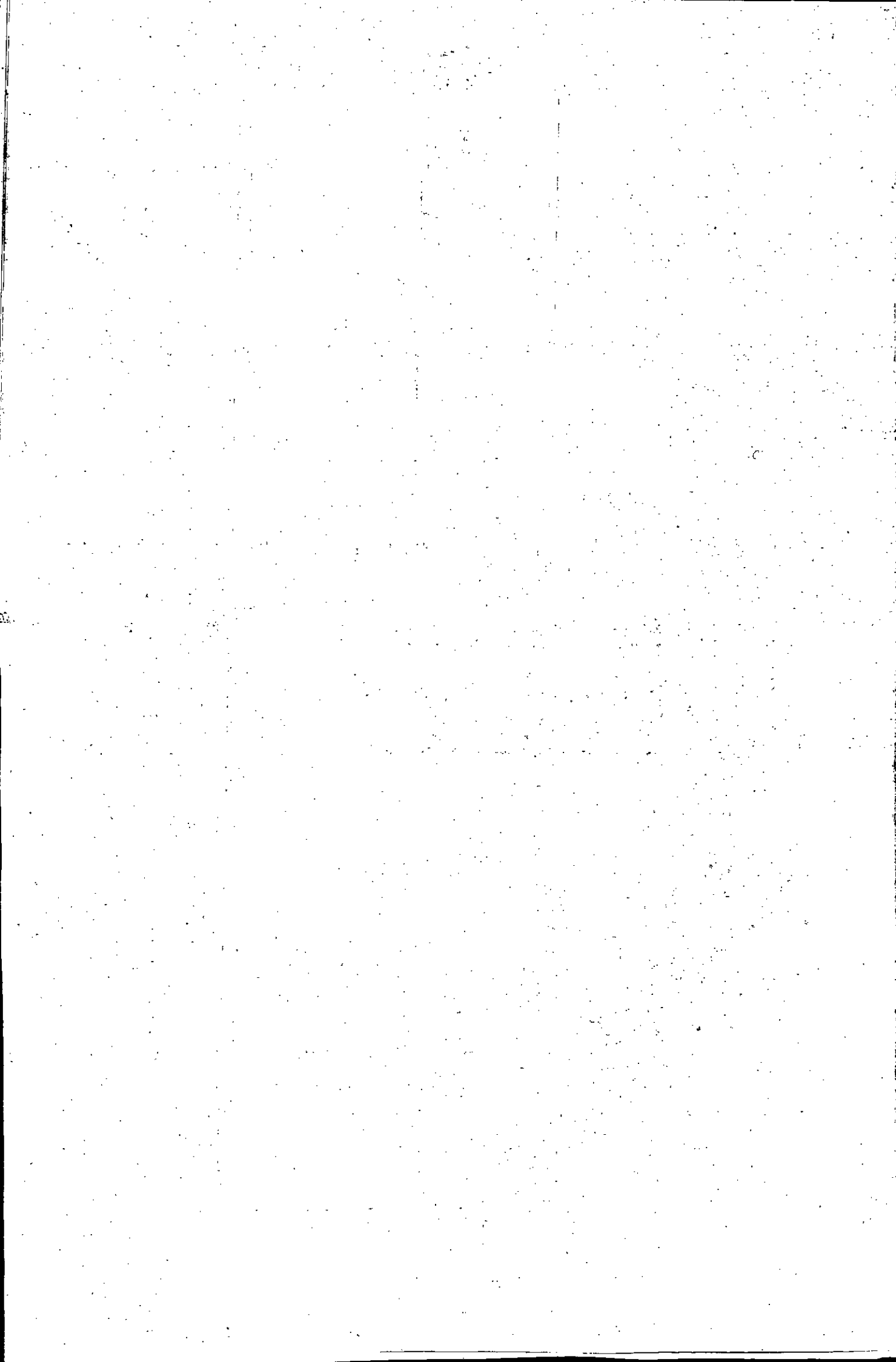
Mr **MARINOV**

Maître assistant à l'E.N.P.A.

Étudié par :

BESSEKRI Mohammed

PROMOTION JUIN 1982



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
"HOUARI BOUMEDIENE"

ECOLE NATIONAL POLYTECHNIQUE D'ALGER
Département de Génie Mécanique

PROJET DE FIN D'ETUDES

**EXECUTION D'UN CORPS DE ROBINET
A BRIDES PERPENDICULAIRES**

Proposé et suivi par :

Mr : I. MARINOV

Maître assistant à l'E.N.P.A.

Etudié par :

BESSEKRI Mohammed

PROMOTION JUIN 1982

Remerciements

Que Monsieur: I-MARINOV,

Maître-assistant à l'école nationale Polytechnique, trouve ici l'expression de ma reconnaissance ainsi que mes remerciements les plus sincères pour les précieux conseils qu'il n'a cessé de me prodiguer tout au long de cette étude.

Je tiens aussi à remercier sincèrement:

- tous les professeurs et assistants qui ont contribué de près ou de loin à ma formation.

- tous mes amis et tous ceux qui m'ont aidé d'une manière ou d'une autre à mener cette étude à son terme.

B. Mohamed.

Dédicace.

je dédie ce travail

- à mon père

- à ma mère

- à mes frères et soeurs

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

BESSEKRI Mohamed

Symbole	Désignation	Unité
p (miniscule)	profondeur de passe	mm
a_b	avance de base	mm/tr.
a_d	avance par dent	mm/dent
a_{dr}	avance par dent réelle	mm/dent
A	avance par minute	mm/mn
A_r	avance réelle par minute	mm/mn
a_t	avance par tour	mm/tour
a_{tr}	avance réelle par tour	mm/tour
P (Majiscule)	puissance	Watt.
N	vitesse de rotation	tr/mn.
N_r	vitesse de rotation réelle	tr/mn.
V	Vitesse de Coupe	m/mn
V_r	Vitesse de Coupe réelle	m/mn
Z	nombre de dents	
I	nombre de passe	

INTRODUCTION:

Inventer un mécanisme doit répondre à un besoin précis et satisfaire à certains impératifs économiques.

Ceci étant le cas des robinets qui contribuent d'une façon efficace à la résolution des problèmes économiques, que ce soit dans l'industrie, dans l'agriculture ou dans les habitations même.

Dans la construction mécanique les corps de machines prennent un place de choix. Les fonctions des corps sont toujours très importantes savoir qu'ils servent à positionner et à assembler tous les organes d'une machine ou d'un dispositif d'une façon assez convenable. Voilà pour quoi la forme des corps est souvent très complexe et les exigences de la disposition mutuelle de leurs surfaces sont grandes. D'ici viennent les grandes difficultés à l'exécution d'un corps. Sa réalisation exige une large gamme de connaissance dans le domaine des méthodes de fabrication et le domaine de construction des montages d'usinage.

Le dit reste valable pour les corps des petites constructions comme les robinets, les vannes etc...

C'est dans ce cadre que se situe notre projet de fin d'étude qui traite de la fabrication d'un corps de robinet à bords perpendiculaires.

CHAPITRE PREMIER

GENERALITES SUR L'ETAT FINI DE LA PIÈCE.

L'objet de notre étude est l'usinage d'un corps de robinet. Le principal rôle d'un robinet est de régler le débit d'un fluide quelconque.

Le corps du robinet en question est à brides perpendiculaires.

Le corps du robinet est en fonte grise F_t18, matériau se mouvant bien, résistant à la compression, s'usinant bien ($HB=180$; $R=18 \frac{\text{den}}{\text{mm}^2}$).

Les surfaces des brides qui sont à assemblage fixe ont pour fonction une étanchéité statique dans des conditions moyennes c'est à dire comme exemple d'application (surface d'étanchéité avec joint plat).

Donc l'écart moyen arithmétique R_a doit être inférieur ou égal à $1,6 \mu$.

Pour permettre le passage du fluide et la manoeuvre d'oburation on a prévu un alésage constitué de 3 tronçons coaxiaux de diamètres respectivement 65 mm, 60 mm et 50 mm.

Les surfaces intérieures des tronçons de diamètres 65 mm et 50 mm doivent être telles que les frottements du fluide, dans des conditions moyennes, soient tolérables donc : $R_a \leq 6,3 \mu$.

A l'intérieur du tronçon de diamètre 60 mm vient se monter le siège de la soupape qui est placé à la presse d'où le choix de l'ajustement de cet alésage H8 (qualité 8).

La fonction de cette surface est un ajustement fixe avec contrainte donc $R_a \leq 0,8 \mu$.

Les tolérances de position sont telles que :

perpendicularité des brides : $0,4 \text{ mm/m}$

coaxialité des trois tronçons d'alliage : les axes des trous de diamètres 65 mm et 60 mm doivent être compris dans une zone cylindrique de diamètre $0,02$ coaxiales à l'axe du trou diamètre 50 mm pris comme trou de référence.

Pour la fixation du corps avec les tuyères et le couvercle on adopte une fixation par boulons, d'où on prévoit sur chacun des 3 brides 4 trous de diamètre 14 mm situés sur des cercles de diamètres respectivement 118 , 120 et 124 mm . à 45° des axes de symétrie.

Vue le jeu qui existe entre les boulons et la surface intérieure des trous il n'est pas question de chercher pour celle-ci un état de surface poussé. $R_a \leq 6,3 \mu$ qui peut être facilement obtenue au forêt.

La rugosité admise des surfaces du corps de robinet sont en correspondance avec les exigences générales montrées dans le tableau (page: 5) extra de la littérature utilisé pour cet étude:

Guide du dessinateur industriel : A. CHEVALIER.

Les états de surface et les tolérances sont montrés sur le dessin de définition (dessin N° 1)

Rugosité R_a en fonction de la fonction assurée par
La Surface.

Surface	Fonction	Condition	R_a en μ .	
Avec déplacement relatif	frottement de glissement.	Moyenne	0,8	
		difficile	0,4	
	frottement de roulement	moyenne	0,4	
		difficile	0,02	
	frottement de fluide	moyenne	6,3	
		difficile	0,2	
	Étanchéité dynamique	moyenne	0,8	
		difficile	0,4	
	Avec assemblage fixe	Étanchéité statique	moyenne	1,6
			difficile	0,1
Assemblage fixe (Contraintes faibles)		moyenne	3,2	
		difficile	1,6	
Ajustement fixe avec contraintes		moyenne	1,6	
		difficile	0,8	
Adhérence (collage)		0,8 à 3,2		
Sans contraintes	Dépôt électrolytique			
	Mesure	Moyenne	0,1 à 0,25	
avec contraintes	Résistance aux efforts alternés	Moyenne	1,6	
		difficile	0,8	

CHAPITRE DEUXIEME

I/ TYPE DE PRODUCTION

Type de production	Programme annuel		
	Pieces légères. ≤ 20 kg	Pieces moyennes de 20 à 300kg	Pieces lourdes de 300 à 1000kg
unitaire	jusqu'à 100	jusqu'à 10	jusqu'à 5
en série			
- petite	de 100 à 500	de 10 à 200	de 5 à 100
- moyenne	de 500 à 5000	de 200 à 500	de 100 à 300
grande	de 5000 à 50000	de 500 à 5000	de 300 à 1000
De masse	> 50.000	> 5000	> 1000

de type de production peut être défini selon le programme annuel et l'encombrement des pièces à usiner.

Dans notre cas nous avons un programme de 3000 corps de robinet, donc une production en moyenne série (voir tableau ci-dessus).

Vu qu'on a une production en moyenne série l'utilisation des machines universelle est suffisante.

De même que la conception des montages d'usinage est nécessaire dans un travail en série.

Remarque:

Dans tout ce qui suit on prend un lot de pièces: $n = 200$ pièces.

1 I / MODE D'OBTENTION DE LA PIECE

Le corps de robinet en fonte sera obtenu par moulage.

Pour cela il existe différents types de moulages:

1/ Moulage en sable: Il convient pour tous les métaux de fonderie, notamment ceux à point de fusion élevé (fontes et aciers). Il s'adapte bien aux petites séries de pièces. C'est pratiquement le seul procédé pour les très grandes pièces.

2/ Moulage en coquille: Il convient aux matériaux à point de fusion inférieur à 900°C (alliages cuivreux, alliage d'Aluminium, alliages de Zinc, matières plastiques etc...).

Il est particulièrement adapté à la fabrication des pièces petites et moyennes. On distingue:

a/ Moulage en coquille par gravité:

Le procédé est analogue au moulage en sable, sauf que le moule est métallique. On utilise le même moule pour toute une série de pièces.

La précision et l'état de surface obtenus sont meilleurs que dans le cas du moulage en sable mais le prix de revient est assez élevé.

b/ Moulage en coquille sous pression:

Le métal fondu est injecté sous pression dans le moule. Il est ainsi possible d'obtenir des formes complexes ou peu épaisses que les procédés précédents ne permettraient pas. La précision est excellente mais le prix de revient est relativement élevé.

3/ Moulage à la cire perdue:

Le moulage à la cire perdue convient pour tous les métaux de fonderie.

Le prix de revient est élevé mais il permet d'obtenir des pièces petites et moyennes avec une précision et un état de surface remarquables. Les pièces sont habituellement moulées en grappes.

Dans notre cas on utilise le moulage en patte.

II ETABLISSEMENT DE LA GAMME D'USINAGE.

1/ Étude du dessin d'exécution:

L'analyse du travail sur une pièce ou sur une série de pièces ne peut être envisagé qu'après étude des points suivants:

- * Matière d'œuvre : fonte grise.
- * état de la pièce : moulée.
- * traitement thermique: recuit de normalisation à 800°C .
- * Dimensions :
- * signe de façonnage : en indiquant l'état de surface à obtenir.

Les prix d'usinage peuvent être réduits au minimum par l'intervention d'agents techniques qui, après l'étude du dessin d'exécution de la pièce à usiner fixent:

- * la suite raisonnée des opérations d'usinage.
- * les machines outils, les appareillages, les outils de coupe, le matériel de contrôle, les éléments de coupe (v, a, p) convenables.
- * la qualification des opérateurs.
- * le temps d'usinage.

Remarque 1:

Pour qu'une gamme d'usinage soit efficace celle-ci doit satisfaire les conditions suivantes:

a/ Les procédés d'usinage doivent être réalisables.

b/ Les tolérances doivent être respectées.

c/ Le prix de revient doit être minimisé.

La gamme d'usinage comporte la phase, la sous-phase et l'opération, elle doit préciser également la machine, les outils et les différents appareillages nécessaires.

Remarque 2:

Pour usiner une pièce celle-ci doit être:

a/ mise en position sur la machine, d'où le choix des surfaces de départ et de référence.

b/ fixée sur la machine, ce qui nous amène à prévoir des dispositifs d'alignement qui permettent l'usinage sans déformation de la pièce.

2/ Explication de la gamme d'usinage pour le corps de robinet étudié:

Dans la 1^{ère} phase on commence par fraiser la surface de la bride diamètre 156 mm, l'état de cette surface voulue est $R_a \leq 1,6 \mu$ et qui peut être obtenu par le fraisage de face avec un outil en Carbure (tableau page 13), de même que cet état de surface peut être donné sur une fraiseuse universelle à tête horizontale (tableau page 14). La surface de départ est la

surface extérieure cylindrique des trous diamètres 50mm et 65mm. Pour cette phase un montage d'usinage est nécessaire qui est réalisable avec 2 pièces à usiner simultanément.

Ensuite dans la 2^{ème} phase on passe au surfacage de la bride diamètre 152mm sur une fraiseuse universelle à tête verticale (mêmes raisons que la phase précédente). La surface de référence étant la surface usinée de la bride diamètre 156mm permet d'avoir le parallélisme exigé entre ces 2 surfaces. Un montage d'usinage est nécessaire qui est réalisable avec 4 pièces d'usinant simultanément.

Dans la 3^{ème} phase on passe au perçage du trou diamètre 50mm. L'état de surface exigé étant $R_a \leq 6,3 \mu$ peut être obtenu par un perçage au forêt (tableau page 13) sur une perceuse radiale. La surface de référence est la surface usinée de la bride diamètre 152mm et ceci dans le but d'aboutir à la perpendicularité exigée de l'axe du trou avec les 2 surfaces des brides diamètres 156mm et 152mm. Un montage d'usinage est nécessaire qui est réalisable avec 1 pièce.

Vu le point à feu du forêt et la difficulté de changement des canons de perçage, on usine le trou diamètre 65mm dans une 4^{ème} phase sur une perceuse radiale. On utilise dans cette phase la surface intérieure usinée du trou diamètre 50mm comme surface de référence afin d'aboutir à la coaxialité exigée.

Vu qu'on ne peut pas changer les canons de perçage pour usiner le trou diamètre 60H8 on est obligé de changer de phase et ça sera la 5^{ème} phase et qui comprend 2 opérations (ébauche et finition).

A l'alesoir sur une perceuse radiale on atteint la qualité 7 avec une rugosité $R_a \leq 0,8 \mu$ (tableau page:14)

La surface de référence est la surface intérieure usinée du trou diamètre 50mm afin d'aboutir à la coaxialité exigée entre les 3 trous.

Un montage d'usinage est nécessaire qui est réalisable avec 1 pièce.

Une fois les 3 trous sont usinés on revient au fraisage pour le surfacage de la bride diamètre 154mm sur une fraiseuse universelle à tête verticale. La surface de référence est la surface intérieure des 3 trous usinés et ceci dans le but d'aboutir à la perpendicularité exigée par le dessin de définition. Un montage d'usinage est nécessaire avec 1 pièce.

Pour le perçage des trous $\phi 14$ mm, l'état de surface voulu est $R_a \leq 6,3 \mu$ peut être obtenu par perçage au forêt (tableau page 13) sur une perceuse radiale (tableau page:14).

Vu que ces trous se trouvent se trouvent sur des cercles de diamètres différents on prévoit pour leur usinage 3 autres phases du fait qu'on ne peut pas changer les plaques portées canons ou à la limite on risque d'augmenter les temps manuels pour leurs changements.

Et ainsi dans la 7^{ème} phase on perce les 4 trous se trouvant sur le cercle de diamètre 120mm. La surface de référence est la surface usinée de la bride diamètre 152mm. Montage d'usinage simple.

Dans la 8^{ème} phase on perce les 4 trous se trouvant sur le cercle de diamètre 124 mm. La surface de référence est la surface usinée de la bride diamètre 156 mm. Montage d'usinage simple.

Et enfin dans la 9^{ème} phase on perce les 4 trous se trouvant sur le cercle diamètre 148 mm. Un montage d'usinage est nécessaire.

Un tableau dénominatif des phases est donné séparément à la page: 15).

Etat de Surface réalisables par les principales techniques d'usinage.

		Rugosité Ra en μ	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	
Rugosité de surface brute	ESTAMPAGE														
	FORGEAGE														
	Grenailage														
	Laminage	à chaud													
		à froid													
	matrigage	à chaud													
		à froid													
	moulage	au sable													
		cire perdue													
		en coquille													
		en coquille, s. press.													
		Sablage													
	Rugosité de surfaces usinées	Alesage	outil en AR												
			outil en C												
à l'alésoir															
		Brochage													
		Brunissage													
		Découpage													
		Découpage fin													
		Electro-érosion													
Fraisage		outil en AR													
		en bout													
Fraisage		outil en AR													
		en roulet													
		en C													
		Galetage													
		Grottage													
		Limage													
meulage		à main													
		au disque													
		electrolytique													
		Mortaisage													
		Oxycoupage													
		Perçage au forêt													
Polissage		meccanique													
		electrolytique													
		Rabotage													
rectification		cylindrique													
		plane													
		diamant													
Rodage		à la pierre													
		au rodoir													
	Sciage														
	Superfinition														
taillage	fraise module														
	fraise mère														
Tournage	outil en A.R														
	outil en C														

■ valeurs usuelles

▨ valeurs exceptionnelles.

Procédés et machines à utiliser	Qualité Dimensionnelle	Rugosité Ra en μ .
1/ 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
2/ 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
3/ Etaux-Limeurs.		
	8	1,6
4/ Raboteuses		
	8 à 7	1,6
5/ Brocheuses		
	7	0,8 à 0,4
6/ Perceuses		
a/ Perceuses sensibles détable	au forêt 11, à l'alesoir 7	au forêt 3,2; à l'alesoir 0,8
b/ " à colonne.	"	"
c/ " à montant	"	"
d/ " Radiales	"	"
e/ machines à pointer.	6 ou 5	0,8 à 0,4
7/ Aleseuses		
a/ aleseuses monobroche	7	0,6 à 0,8
b/ " multi-têtes	7 à 6	0,8 à 0,4
8/ Machines de filetage.		
a/ tour parallèle	8	1,6 à 0,8
b/ Filière	7	1,6
c/ Machine à fraise plate.	7	0,8

Tableau d'énominatif des Phases.

N° Phase	Dénomination	N° opération	Dénomination	p(mm)	I
10	Fraisage	1011	fraisage de face de la bride ϕ 156mm	4	1
20	Fraisage	1012	fraisage de face de la bride ϕ 152mm.	4	1
30	Perçage	1013	perçage du trou ϕ 50 mm	4	1
40	Perçage	1014	perçage du trou ϕ 65mm	4	1
50	Alésage	1015	alésage ébauche du trou ϕ 60mm	3,85	1
		1016	alésage finition du trou ϕ 60mm	0,15	1
60	Fraisage	1017	fraisage de face de la bride ϕ 154mm.	4	1
70	Perçage	1018	perçage des 4 trous ϕ 14 mm sur le cercle ϕ 120mm	7	1
80	Perçage	1019	perçage des 4 trous ϕ 14 mm sur le cercle ϕ 124mm	7	1
90	Perçage	1020	perçage des 4 trous ϕ 14 mm sur le cercle ϕ 118mm	7	1

Présentation des machines utilisées pour
les différentes phases d'usinage.

Dans la liste qui suit on donne quelques machines qui sont
convenables pour les différentes phases. Les machines sur lesquelles on a fait les calculs
sont signalées par une flèche.

1/ Phases 10 ; 20 et 60 : (voir tableau dénominatif des phases à la page 15)

*  Fraiseuse universelle FA3A TOS OLOMOUK TCHÉCOSLOVAQUIE

gamme des vitesses : Standards : 12 : de 45 à 2000 tr/mn

élevées : 12 : de 63 à 2800 tr/mn

gamme des avances : 13 : de 14 à 900 mm/mn

Puissance : 4 kW.

Embranchement : Voir atelier.

* Fraiseuse Gambin VIUZ-EN-SALAZ - HAUTE SAVOIE

gamme des vitesses en tr/mn :

25	100	180	710
40	160	280	1120
63	250	450	1800

gamme des avances en mm/mn :

10	40	160
16	63	250
25	100	400

Puissance : 6 chevaux.

* Fraiseuse universelle FU 321 BULGARIE.

gamme des vitesses en tr/mn : 18 : de 32 à 1600 tr/mn

gamme des avances en mm/mn : 18 : de 12,5 à 630 mm/mn

Puissance : 7,5 kW.

2/ Phases: 30; 40; 50 : (voir tableau dénominatif des phases à la page: 15).

* → Perceuse radiale type 56. (France).

gamme des vitesses en tr/mn: 18 : de 30 à 1500 tr/mn.

gamme des avances en mm/tr: 9 : de 0,15 à 1,2 mm/tr.

Puissance : 5,5 chevaux.

3/ Phases: 70; 80; 90: (voir tableau dénominatif des phases à la page: 15)

* → Perceuse radiale G.S.P 405 D100 N° 22 52 (France)

gamme des vitesses en tr/mn: 16 : de 40 à 1800 tr/mn.

gamme des avances en mm/tr: 8 : de 0,045 à 0,5 mm/tr.

Puissance : 3 kW.

* Perceuse multibroche.

CHAPITRE TROISIEME

DETERMINATION DES REGIMES DE COUPE

1/ Méthodes utilisées lors de la détermination des régimes de coupe (f, a, v).

a/ Profondeur de passe:

La profondeur de passe p est déterminée par la nature du métal à usiner et les surépaisseurs à enlever afin d'aboutir à la dimension voulue. La surépaisseur est donnée dans le tableau à la page: 21

En alésage à l'alésoir, la quantité de matière à enlever sur le rayon varie de 0,1 à 0,6 mm suivant le diamètre à aléser; ceci est donnée dans le tableau page: 22)

b/ Avance:

Pour la détermination de l'avance nous avons utilisé plusieurs méthodes à savoir pour le fraisage on a utilisé un tableau tiré du Cours de M^r MARINOV qui donne des intervalles d'avances par dents en fonction des matériaux à usiner et du type de la fraise. Ce tableau est donné à la page: 23. On a adopté une avance convenable pour aboutir à l'état nécessaire des surfaces fraisées.

Pour l'alésage et le perçage des trous $\phi 14$ mm on a utilisé des tableaux tirés de la thèse étudiée par M^r DAHOUMANE et M^r BENLAMARA (p. 79). Ces tableaux donnent l'avance par tour pour le genre d'opération considérée. On prendra une valeur intermédiaire a_p de l'intervalle proposé. Cette valeur

sera corrigée par un coefficient de correction. Tous ces tableaux sont donnés dans les pages 24-25-26.

Enfin pour le perçage des trous diamètres 50mm et 65mm on a utilisé un tableau du manuel perçage - alésage - pointage - taraudage mécanique donnant l'avance par tour en fonction de la matière à usiner et du diamètre du forêt. Ce tableau est donné à la page: 27.

L'avance réelle a_r sera celle disponible sur la machine et telle que

$$a_r \leq a.$$

c/ Vitesse de Coupe:

De même pour le choix de la vitesse de coupe on a utilisé différents ouvrages à savoir:

Pour le fraisage on a utilisé une abaque tirée du fascicule 4 (Fraisage des métaux). Cette abaque donne la vitesse de coupe en fonction de l'épaisseur du copeau et du métal à usiner. Cette vitesse de coupe est corrigée suivant

- 1/ la constitution de l'outil.
- 2/ le refroidissement
- 3/ pièce non écaillée.

Cette abaque est donnée à la page: 28.

Pour l'alésage du trou diamètre 60mm et le perçage des trous diamètres 14mm on a utilisé des tableaux donnés dans la même thèse, cette vitesse V_f est corrigée par les coefficients suivants:

K_{MV} : fonction des caractéristiques de la matière à usiner (fonte).

K_{AV} : tenant compte de l'arrosage

K_{DV} : tenant compte de la durée de l'outil

Ces tableaux sont donnés dans les pages : 29 - 30 - 31 - 32 - 33 - 34.

Pour le perçage des trous diamètres 50 mm et 65 mm on a utilisé le même tableau donné à la page : 27. Ce tableau donne la vitesse de coupe en fonction du métal à usiner, du métal de l'outil et du mode de travail (à sec ou lubrifié).

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

$$N = \frac{1000 V}{\pi \times D}$$

La vitesse de rotation réelle sera celle disponible sur la machine et telle que $N_r \leq N$.

La vitesse réelle de coupe sera : $V_r = \frac{\pi \times D \times N_r}{1000}$

2/ Méthode d'exploitation du chapitre :

Les calculs sont détaillés pour toutes les opérations d'usinage puis tous les régimes de coupe sont résumés sous forme d'un tableau récapitulatif.

Après le choix de (p, a, v) on vérifie si la machine utilisée de puissance P_d convient pour le travail envisagé avec les conditions de coupe choisies.

Nous avons réservé un chapitre à part pour les calculs des puissances et des efforts de coupe.

Tableau donnant la surépaisseur d'usinage.

Surépaisseur d'usinage pour pièces moulées	Plus grande dimension de la pièce	N.F.A 32.011 Palier de						
		≤ 25	25 à 63	63 à 100	100 à 160	160 à 250	250 à 400	400 à 630
pièces moulées en fonte grise non alliée (surépaisseurs nouvelles)	jusqu'à 250	4	4,5	5	5,5	6		
	de 250 à 630	4,5	5	5	5,5	6	7	7,5
	de 630 à 1600	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8,5

Surépaisseur moyenne à laissée au diamètre
pour l'alésoir.

Diamètre de l'alésoir. en mm	Surépaisseur au diamètre en mm	
	Acier	Fonte. Bronze.
$0 < D < 20$	0,05	0,1
$20 < D < 40$	0,05 à 0,1	0,1 à 0,2
$40 < D < 60$	0,1 à 0,15	0,2 à 0,3
$60 < D < 80$	0,15 à 0,20	0,3 à 0,4
$80 < D < 100$	0,20 à 0,30	0,4 à 0,6

Valeurs pratiques des vitesses d'avance par dent
(Fraisage de face).

Métaux	Fraise à denture taillée	Fraise à outils rapportés.
Acier	0,05 à 0,2 mm	0,05 à 1 mm.
Fonte grise	0,1 à 0,5 mm	0,1 à 2 mm.
Bronze et laiton	0,1 à 0,3 mm	0,1 à 1,5 mm.
Alliage d'Aluminium	0,05 à 0,17 mm	0,05 à 0,6 mm.

Avances a_b en mm / tr lors du perçage au moyen des forêts en A.R.O.

$$a = a_b \cdot k_{La}$$

Matière à usiner	Diamètre du forêt en mm.										
	2	4	6	8	10	12	16	20	24	28	30
Acier $R < 30 \text{ kgf/mm}^2$	0,05	0,10	0,16	0,20	0,25	0,28	0,34	0,40	0,43	0,47	0,50
fonte grise	0,10	0,20	0,30	0,40	0,52	0,58	0,68	0,78	0,87	0,95	1,00
Métaux non ferreux	0,10	0,20	0,30	0,40	0,52	0,58	0,68	0,78	0,87	0,95	1,00

Coefficients de correction k_{La} et k_{Lv} en fonction de la profondeur de perçage au moyen des forêts en A.R.O.

(L/D) jusqu'à	3	4	5	6	8	10
k_{Lv}	1,0	0,85	0,80	0,70	0,60	0,50
k_{La}	1,0	0,95	0,90	0,85	0,80	0,70

Avance a mm/tr. Lors d'alésage d'un trou au moyen
d'un forêt alésieur en carbure métallique.

Diamètre du forêt alésieur	15	18	25	30	35	40	45	50	60	70
Acier	0,4 à 0,6	0,5 à 0,6	0,6 à 0,9	0,7 à 1,0	0,7 à 1,1	0,7 à 1,1	0,8 à 1,1	0,7 à 1,2	0,8 à 1,3	0,9 à 1,4
Fonte	0,5 à 0,9	0,5 à 1,0	0,6 à 1,2	0,7 à 1,3	0,7 à 1,3	0,7 à 1,5	0,8 à 1,7	0,8 à 1,9	0,8 à 2,0	1,0 à 2,2

Avances lors de l'alésage en mm/tr au moyen d'un
aléoir en Carburé métallique.

Diamètre de l'outil en mm jusqu'à	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70
Acier		0,3 a'	0,35 a'	0,4 a'	0,45 a'	0,5 a'	0,55 a'	0,6 a'	0,65 a'	0,7 a'	0,8 a'
		0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	1,0
Fonte		0,65 a'	0,7 a'	0,8 a'	0,85 a'	0,9 a'	0,95 a'	1,0 a'	1,0 a'	1,2 a'	1,3 a'
		1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,0	2,4	2,7

Vitesse de Coupe et avance pour le perçage
de divers matériaux.

Matière percée.	Vitesse de Coupe en m / mn.				Avances moyennes en mm / Diamètre du foret en mm.
	Foret acier fondu		Foret en acier rapide		
	à sec	lubrifié	à sec	lubrifié	
Fonte douce (grise)	7	9	14	18	$2,5 \frac{D}{10}$
Fonte dure	4	8	7	15	1
Acier R = 40 kg/cm ²	8	13	15	25	2
" R = 41 à 60	6	11	12	22	1,5
" R = 61 à 80	4	8	7	15	1
" R = 81 à 100	-	5	7	15	1
" R = 101 à 130	-	4	5	7	0,5
Acier moulé	5	9	10	18	1,5
Acier à 12% de Mn	-	-	1,5	2	1
Aluminium-Cuivre	25	40	50	80	3
Laiton	16	24	32	48	3
Bronze ordinaire	13	20	26	40	3
Bronze dure	9	14	18	28	1,5
Marbre ardaise	-	-	3	-	1,5
Ebonite. BAKELITE	-	-	60	-	à main.

Vitesse de coupe V_b en m/min lors d'alésage de la fonte grise HB = 180 ÷ 220 au moyen d'un foret alésieur en Carbone métallique.

Diamètre D: mm.	Surchauffeur: mm	Avance en mm / tour:																					
		06	065	07	08	09	1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	2	22					
75	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																					

Durée de l'outil Normative lors de Calcul des régimes de Coupe au moyen des forets alésés en Carbures métalliques.

Matière à usiner	Nuance de C.M	Diamètre D en mm.										
		15	18	20	25	30	35	40	45	56	60	70
Acier	P10	35	40	45	55	70	80	90	100	110	135	160
Fonte	K20	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 durée de l'outil en C.M.

Matière à usiner	Nuance de C.M	Rapport entre la durée de l'outil normative Et celle acceptée.					
		0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	6,0
Acier	P10	1,41	1,19	1,0	0,85	0,71	0,64
Fonte	K20	1,74	1,32	1,0	0,76	0,57	0,47

Vitesse de Coupe V_b en m/min lors de l'alésage de la fonte grise HB = 180 ÷ 220 au moyen d'un alésoir en Carbone métallique.

Diamètre de l'outil en mm jusqu'à avances en mm/tr jusqu'à	10	15	20	25	30	40	50	60	80
	0,5	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

Durée de l'outil normative bas des calculs des régimes de Coupe au moyen des alésoirs en Carbure métallique.

Matière à usiner	Nuance de C-M	Diamètre de l'alésoir en mm.									
		15	20	25	30	35	40	50	60	70	
Acier	P10	35	46	55	70	80	90	110	135	160	
Fonte	K20	45	60	75	90	100	120	150	160	210	

Coefficient de Correction de la vitesse de Coupe K_{DV} en fonction de la durée de l'outil adopté en Carbure métallique.

Matière à usiner	Nuance de C-M	Rapport entre la durée de l'outil adoptée et celle normative.					
		0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	6,00
Acier	P10	2,64	1,62	1,00	0,61	0,38	-
Fonte	K20	1,87	1,37	1,00	0,73	0,53	0,45

Vitesse de coupe (V_b) en fonction des diamètres des forêts et des avances
au moyen des forêts en AR.O.

Diamètres des Forêts en mm	Valeurs des avances jusqu'à :																			
	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 K_M en fonction des
Caractéristiques de la matière à usiner (fontes) au moyen des forêts en ARO.

Dureté H.B	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 K_{AV} tenant compte
de l'arrosage du forêt :

Avec arrosage	Sans arrosage.
1,0	0,80.

3/ Calcul des éléments des régimes de Coupe.

a/ Phase 10: Fraisage de face.

opération 1011: Surfaçage de la bride de diamètre 156 mm.

1: Machine: fraiseuse à tête horizontale FA3A TOS OLOMOUČ.

2: Outil: fraise: Notation: $\phi p e 3 . 2214^{*3} 0 176$
2 tailles, denture droite, $D = 160 \text{ mm}$, $Z = 16$ dents
rappatée en C.M.

3: $p = 4 \text{ mm}$.

4: $a_d = 0,25 \text{ mm/dent}$ (tableau page: 23).

5: $V = 50 \text{ m/mn}$ (abaque page: 28)

La vitesse de rotation correspondante sera:

$N = 99,47 \text{ tr/mn}$ (non disponible sur la machine).

On prend: $N_r = 63 \text{ tr/mn}$ à laquelle correspond:

$$V_r = 31,6 \text{ m/mn}$$

$$A = a_d \cdot Z \cdot N_r = 0,25 \times 16 \times 63 = 252 \text{ mm/mn} \text{ (non disponible sur la machine)}$$

On prend: $A_r = 224 \text{ mm/mn}$.

$$\text{On tire: } a_{d1} = \frac{A_r}{N_r \cdot Z} = \frac{224}{63 \cdot 16} = 0,22 \text{ mm/dent}$$

Nota:

Pour les phase 20 et 60 on a éventuellement les mêmes paramètres de Coupe sauf que la machine aura une tête verticale.

b/ Phase 30: Perçage

opération 1013: perçage du trou diamètre 50 mm.

1. Machine: perceuse radiale

2. Outil: forêt hélicoïdal diamètre 50 mm, acier rapide

3. $p = 4 \text{ mm}$.

4. $a_t = 1,25 \text{ mm/tr}$ (non disponible sur la machine)
on prend $a_{tr} = 1,2 \text{ mm/tour}$.

5. $V = 14 \text{ m/mn}$ (tableau page : 27). à laquelle correspond:
 $N = 89,1 \text{ tr/mn}$
on prend $N_r = 75 \text{ tr/mn}$ (disponible sur la machine)

$$V_r = 11,78 \text{ m/mn}$$

d/Phase 40 : Perçage :
opération 1014 : perçage du trou diamètre 65mm.

1. Machine : perceuse radiale.

2. forêt hélicoïdal, diamètre 65mm, acier rapide

3. $p = 4 \text{ mm}$

4. $a_t = 1,62 \text{ mm/tr}$ (non disponible sur la machine)
on prend : $a_{tr} = 1,2 \text{ mm/tr}$

5. $V = 14 \text{ m/mn}$ à laquelle correspond $N = 68,5 \text{ tr/mn}$
On prend : $N_r = 60 \text{ tr/mn}$ (disponible sur la machine).

$$V_r = \frac{\pi \cdot 65 \cdot 60}{1000} = 12,25 \text{ m/mn}$$

d/Phase 50 : Alésage :
opération 1015 : ébauche au forêt alésieur du trou $\phi 60 \text{ mm}$.

1. Machine : perceuse radiale.

2. Outil : forêt alésieur, diamètre 59,7mm, Carburé métallique,
duré 180 mn.

3. $p = 3,85 \text{ mm}$.

4. $a_b = 1,4 \text{ mm/tour}$ (non disponible sur la machine).
on prend : $a_{tr} = 1 \text{ mm/tr}$.

5. $V_b = 55 \text{ m/mn}$ (tableau page : 29)

$$K_{DV} = 1,0 \text{ (tableau page: 30)}$$

$$V = V_b \times K_{DV} = 55 \times 1,0 = 55 \text{ m/mn à laquelle correspond}$$

$$N = 293 \text{ tr/mn. (no disponible sur la machine).}$$

$$\text{On prend } N = 120 \text{ tr/mn (disponible sur la machine).}$$

$$\text{à laquelle correspond } V_r = 22,5 \text{ m/mn.}$$

Opération 1018 : Alésage finition du trou $\phi 60 \text{ mm}$.

1. Machine : Perceuse radiale.

2. Outil : Alésoir $\phi 60 \text{ mm}$, carbure métallique, duré 160 mn.

$$3. p = 0,15 \text{ mm}$$

$$4. a_f = 1,8 \text{ mm/tr (non disponible sur la machine)}$$

$$\text{On prend } a_{t1} = 2 \text{ mm/tr (disponible sur la machine).}$$

$$5. V_b = 24,3 \text{ m/mn (tableau page: 31)}$$

$$K_{DV} = 1,0 \text{ (tableau page: 32)}$$

$$V = V_b \times K_{DV} = 24,3 \times 1,0 = 24,3 \text{ m/mn à laquelle correspond}$$

une vitesse de rotation de $n = 443 \text{ tr/mn}$. non disponible sur la

machine sur la machine. On prend $N_r = 96 \text{ tr/mn}$, à laquelle

$$\text{Correspond : } V_r = 18,09 \text{ m/mn.}$$

c/ Phase 70 : Perçage :

Opération 1018 : perçage des 4 trous $\phi 14 \text{ mm}$ sur le $\phi 120 \text{ mm}$.

1. Machine : Perceuse radiale G.S.P 405 D100 N° 2252 (France).

2. Outil : foret hélicoïdal, diamètre 14 mm, en A.R.O.

3. $p = 7 \text{ mm}$

4. $a_b = 0,58 \text{ mm/tr}$ (tableau page: 24)

$K_{LA} = 1,0$ (tableau page: 24)

$a_t = a_b \times k_{LA} = 0,58 \text{ mm/tr}$ (non disponible sur la machine)

on prend $a_{tr} = 0,36 \text{ mm/tr}$ (disponible sur la machine)

5. $v_b = 25 \text{ m/min}$ (tableau page: 33)

$K_{LV} = 1,0$ (tableau page: 24)

$K_{MV} = 1,15$ (tableau page: 34)

$K_{AV} = 0,80$ (tableau page: 34)

$v = v_b \times k_{LV} \times k_{MV} \times k_{AV} = 25 \times 1,0 \times 1,15 \times 0,80 = 23 \text{ m/min}$

à laquelle correspond $N = 522 \text{ tr/min}$ (non disponible sur la machine). On prend $N_r = 450 \text{ tr/min}$ à laquelle correspond:

$v_r = 19,79 \text{ m/min}$

Nota:

Pour les phases 80 et 90 on a également les mêmes paramètres de coupe que pour la phase 70.

Tableau récapitulatif des régimes de Coupe.

N° Phase	Phase	N° opération	Opération	Machine outil	Outil	L mm	ϕ mm	p mm	i	a mm/er mm/dt	V m/mn	a_r mm/er mm/dcut	v_r m/mn	Nr tr/mn
10	Fraisage	1011	Fraisage de face de la bride ϕ 156mm	Fraiseuse FAB A à tête horizontale	Fraise ϕ 160 à outils rapportés en C.M	156	-	4	1	0,25	50	0,22	31,6	63
20	Fraisage	1012	Fraisage de face de la bride ϕ 152mm	Fraiseuse FAB A à tête verticale	Fraise ϕ 160 à outils rapportés en C.M	152	-	4	1	0,25	50	0,22	31,6	63
30	Perçage	1013	perçage du trou ϕ 50mm	Perceuse radiale GSP type 56	forêt hélicoïdal ϕ 50mm en A.R.	74	50	4	1	1,25	14	1,2	11,78	75
40	Perçage	1014	perçage du trou ϕ 65mm	Perceuse radiale GSP type 56	forêt hélicoïdal ϕ 65mm en A.R	60	65	4	1	1,62	14	1,2	12,25	60
50	Alésage	1015	ébauche du trou ϕ 60mm	Perceuse radiale GSP type 56	Foret Alésieur en C.M ϕ 59,7mm	28	59,7	385	1	1,4	55	1	22,5	120
		1016	finition du trou ϕ 60mm	Perceuse radiale type 56	Alésoir en C.M. ϕ 60mm	28	60	0,15	1	1,8	213	1,2	19,09	96

Tableau récapitulatif des régimes de coupe (suite).

N° Phase	Phase	O. N° opération	Opération	Machine Outil	Outil	L mm	φ mm	p mm	λ	a mm/L mm/dent	V m/min	a _r mm/tr mm/d	V _r m/min	M _r tr/mm
60	Fraisage	1017	fraisage de face de la lince φ154	Fraiseuse F3A à tête verticale	Fraise φ160 mm à outils rapportés en C4	154	-	4	1	0,25	50	0,22	31,6	63
70	Perçage	1018	perçage des 4 trous φ14 mm sur le cercle de φ 120 mm	Percuse radiale type 405	frêt hélicoïdal en A.R.O φ 14 mm	23	14	7	1	0,58	23	0,36	19,79	450
80	Perçage	1019	perçage des 4 trous φ14 mm sur le cercle de φ 124 mm	Percuse radiale type 405	"	20	14	7	1	0,58	23	0,36	19,79	450
90	perçage	1020	perçage des 4 trous φ14 mm sur le cercle de φ 118 mm	"	"	23	14	7	1	0,58	23	0,36	19,79	450.

CHAPITRE - QUATRIEME

EFFORTS ET PUISSANCE DE COUPE

Il est utile de savoir déterminer la puissance de coupe pour pouvoir comparer la puissance absorbée par la coupe et celle disponible sur la machine utilisée.
De même qu'il est nécessaire d'évaluer les efforts de coupe afin de prévoir la fixation de la pièce et l'importance des déformations.

a/ Méthode de l'alcucl:

Soit:

F_c : force de coupe en dan.

F_p : force de pénétration radiale en dan.

F_A : " de pénétration axiale "

a : avance par tour en mm.

p : profondeur de passe en mm.

S : section du copeau en mm^2 .

R : résistance à la rupture par compression du matériau en $hbar$.

K : Coefficient qui varie de 2 à 4 environ en fonction inverse de la section du copeau: $K = 2,5$ (tournage ébauche); $= 3$ (tournage finition); $= 4$ (perçage et fraisage).

1/ Perçage et alésage:

* Effort de coupe sur chaque goujure ou dent.

$$F_{c \text{ dan}} = S \cdot K \cdot R$$

$$S = \frac{a \cdot p}{z} \quad ; \quad z: \text{nombre de goujures ou dents.}$$

dans un trou en plein matière: $p = \frac{d}{2}$

dans un avant trou: $p = \frac{D-d}{2}$

* Couple résistant sur l'outil.

$$C = \int F_{cN} \times r_m \quad [N.m] \quad r_m : \text{rayon moyen.}$$

* Puissance de coupe:

$$P_w = \int F_{cN} \times v_{ms} \quad v_r : \text{vitesse de coupe réelle.}$$

2/ Fraisage:

* Pour 1 dent l'effort de coupe F_c est donné également par:

$$F_{c\text{obon}} = S \cdot K \cdot R.$$

S = épaisseur du copeau \times largeur de coupe.

dans notre cas $S = a_{dr} \times p$ où a_{dr} : avance par dent réelle
 p : profondeur de passe.

On tiendra compte du nombre de dents en prise.

* Couple résistant sur fraise dû à l'effort sur 1 dent.

$$C = F_{cN} \times r_m \quad [N.m].$$

* Puissance de coupe (pour 1 seule dent).

$$P_w = F_{cN} \times v_{r/m/p}$$

Dans notre cas on a 4 dents en prise.

b/ Calcul détaillé des efforts et des puissances de coupe et ceci pour chaque opération d'usinage.

1/ Phase 10: Fraisage:
opération 10.11:

$$a_{dr} = 0,22 \text{ mm/dent.}$$

$$p = 4 \text{ mm}$$

$$k = 4$$

$$R = 36 \text{ hbar.}$$

Effort de coupe.

$$F_c = 0,22 \times 4 \times 4 \times 36 = 126,72 \text{ dan.}$$

Couple:

$$C = 4 \times 126,72 \times 0,082 = 415,6 \text{ N.m.}$$

Puissance:

$$P = \frac{4 \times 126,72 \times 31,6}{60} = 2669 \text{ W.}$$

NOTA: Pour les autres phases de fraisage on trouve avec le même calcul

$$F_c = 126,72 \text{ dan.}$$

$$C = 415,6 \text{ N.m.}$$

$$P = 2669 \text{ W.}$$

2/ Phase 30: Percage du trou $\varnothing 10 \text{ mm.}$

$$a_{tr} = 1,2 \text{ mm/tr.}$$

$$p = 4 \text{ mm}$$

$$k = 4$$

$$R = 36 \text{ hbar.}$$

$$F_c = \frac{1,2 \times 4}{2} \times 4 \times 36 = 3450 \text{ N.}$$

$$C = 2 \times 3450 \times 0,023 = 157 \text{ N.m.}$$

$$P = \frac{2 \times 3450 \times 11,78}{60} = 1311 \text{ W.}$$

3/ Phase 40: Percage du trou $\varnothing 65 \text{ mm.}$

$$a_{tr} = 1,2 \text{ mm/tr.}$$

$$p = 4 \text{ mm}$$

$$k = 4$$

$$R = 36 \text{ hbar.}$$

$$F_c = \frac{1,2 \times 4}{2} \times 4 \times 36 = 345 \text{ dan.}$$

$$C = 2 \times 3450 \times 0,0305 = 210,4 \text{ N.m.}$$

$$P = \frac{2 \times 3450}{60} \times 12,28 = 1408,7 \text{ W.}$$

4/ Phase 50: Alésage:

opération 1015 : alésage brute du trou ϕ 60 mm.

$$a_{tr} = 1 \text{ mm/tr.}$$

$$p = 3,85 \text{ mm.}$$

$$K = 4$$

$$R = 36 \text{ hbar.}$$

$$F_c = \frac{1 \times 3,85}{3} \times 4 \times 36 = 184,8 \text{ daN.}$$

$$C = 3 \times 184,8 \times 0,027 = 149,6 \text{ N.m.}$$

$$P = \frac{3 \times 184,8 \times 22,5}{60} = 2079 \text{ W.}$$

opération 1016 : alésage finition du trou ϕ 60 mm.

Pour cette opération il n'y a même pas question de calculer les efforts et la puissance absorbés par la coupe, vu la très faible profondeur de passe, on peut même le prouver par le calcul: (on a un alésir à 8 dents).

$$a_{tr} = 1,2 \text{ mm/tr.}$$

$$p = 0,15 \text{ mm.}$$

$$K = 4$$

$$R = 36 \text{ hbar.}$$

$$F_c = \frac{1,2 \times 0,15}{8} \times 4 \times 36 = 3,24 \text{ daN}$$

$$C = 8 \times 3,24 \times 0,030 = 7,7 \text{ N.m.}$$

$$P = \frac{8 \times 3,24 \times 18,09}{60} = 78,1 \text{ W.}$$

5/ Phase 70: Percage

opération : 1018 percage des 4 trous ϕ 14 mm pour le diamètre de 120 mm.

$$a_{tr} = 0,36 \text{ mm/tr.}$$

$$p = 7 \text{ mm}$$

$$K = 4$$

$$R = 36$$

$$F_c = \frac{0,36 \times 7}{2} \times 4 \times 36 = 181,4 \text{ daN}$$

$$C = 2 \times 181,4 \times 3,5 = 12,69 \text{ N.m.}$$

$$P = \frac{2 \times 181,4 \times 19,79}{60} = 1196,6 \text{ W.}$$

Nota:

Pour les phases 80 et 90 on aura les mêmes valeurs d'effort de coupe, de couple et de puissance absorbée que pour la phase 70.

Remarque:

Si on suppose un rendement $\eta = 0,7$ pour toutes les machines utilisées la puissance consommée sera donnée par: $P_m = \frac{P}{\eta} = \frac{P}{0,7}$. La puissance P_m doit être inférieure à la puissance disponible sur la machine P_d .

Pour chaque opération d'usinage on donne les 3 types de puissance dans un tableau qui suit:

Tableau récapitulatif des Puissances en [CH]

N° Phase	Phase	N° Opération	Opération	Machine outil	Puissance de Coupe (P)	Puissance Consommée (P _m)	Puissance disponible (P _d)
10	Fraisage	1011	fraisage de face de la bride ϕ 156 mm	Fraiseuse universelle FA3A	3,6	5,1	5,43
20	Fraisage	1012	fraisage de face de la bride ϕ 152 mm	Fraiseuse universelle FA3A	3,6	5,1	5,43
30	Perçage	1013	perçage du trou ϕ 50 mm	perceuse radiale GSP type 56	1,84	2,62	5,5
40	Perçage	1014	perçage du trou ϕ 65 mm	perceuse radiale GSP type 56	1,91	2,72	5,5
50	Alésage	1015	ébauche au forêt alésur du trou ϕ 60 mm	"	2,82	4,02	5,5
		1016	alésage finition du trou ϕ 60 mm	"	0,10	0,15	5,5

Tableau des puissances (suite) en [CH]

N° Phase	Phase	N° opération	opération	Machine outil	Puissance de coupe : P	Puissance consommée : P _m	Puissance disponible : P _d
60	Fraisage	1017	fraisage de face de la bride ϕ 154 mm	Fraiseuse universelle FA3A	3,6	5,1	5,43
70	Perçage	1018	perçage des 4 trous ϕ 14 mm sur le cercle ϕ 120 mm	Perceuse radiale GSP 405 D 100 N° 2252	1,62	2,31	4,07
80	Perçage	1019	perçage des 4 trous ϕ 14 mm sur le cercle ϕ 124 mm	Perceuse radiale GSP 405 D 100 N° 2252	1,62	2,31	4,07
90	Perçage	1020	perçage des 4 trous ϕ 14 mm sur le cercle ϕ 118 mm.	Perceuse radiale GSP 405 D 100 N° 2252	1,62	2,31	4,07

CHAPITRE - CINQUIEME

TEMPS D'EXECUTION.

I / temps de coupe :

Le temps de coupe est le temps nécessaire à l'outil pour effectuer son travail. Ce temps peut se calculer mathématiquement car il dépend des facteurs L et A_r .

L : longueur de passe en mm (sens de l'avance de l'outil).

A_r : vitesse d'avance en mm / mn (revelle).

1/ Methode de Calcul :

a/ Perçage proprement dit :

Le temps de coupe ou temps principal au perçage doit :

* Comporter un supplément de 10% pour tenir compte du retrait fréquent de l'outil.

* se calculer avec une longueur de perçage L obtenue en additionnant la pointe de la mèche ($0,3 d$) et la longueur d'approche et de dégagement de l'outil ($0,2 d$).

$$L = \text{profondeur du trou} + 0,5 d.$$

On peut donc écrire : $T = 1,1 \frac{L}{Q_v N_v}$

N_v : nombre de trous de même diamètre et de même profondeur.

b/ Alésage :

La longueur d'approche et de dégagement est environ $1 d$.

$$L = \text{profondeur du trou} + d.$$

Le temps de coupe se calcule exactement comme le perçage proprement dit.

c/ Fraisage:

Il est fréquent que les fraises en bout (à outils rapportés) coupent encore du métal par la partie arrière de la denture. De ce cas la longueur à parcourir par la table est égale à la longueur fraisée augmentée du diamètre de la fraise et aussi de l'entrée et du dégagement de la fraise.

$$T_c = \frac{L}{A_r}$$

On tiendra compte de la distance entre les pièces si on usine 2 ou plusieurs pièces en même temps.

2/ Calcul détaillé pour chaque opération d'usinage.

a/ phase 10: Fraisage.

opération 10.11: (on usine 2 pièces à la fois).

$$t_c = \frac{L}{A_r}$$

$$L = \text{longueur fraisée} + \text{diamètre de la fraise} + \text{engagement} + \text{dégagement} + l$$
$$= 2 \times 156 + 160 + 5 + 5 + 30$$

l : distance entre les 2 pièces.

A_r : vitesse d'avance = 224 mm/mn.

$$\text{on aura : } t_c = \frac{2 \times 156 + 160 + 2 \times 5 + 30}{224} = 2,28 \text{ mn}$$

$$T_c = 2,28 \text{ mn.}$$

b/ Phase 20: Fraisage.

opération 20.12: (on usine 4 pièces à la fois).

$$t_c = \frac{L}{A_r}$$

$$L = 4 \times 152 + 160 + 5 + 5 + 0$$

$A_r = 224 \text{ mm/mn}$.

$$t_c = \frac{4 \times 152 + 160 + 2 \times 5}{224} = 3,47 \text{ mn}$$

$$T_c = 3,47 \text{ mn.}$$

c/ Phase 30 : Perçage

opération 1013 : Perçage du trou ϕ 50 mm.

$$t_c = 1,1 \frac{L}{a_{er} N_r}$$

L = profondeur du trou + engagement et dégagement

$$= 74 + 0,2 \times 50.$$

$$a_{er} = 1,2 \text{ mm/tr}$$

$$N_r = 75 \text{ tr/mn}$$

$$t_c = 1,1 \times \frac{74 + 0,2 \times 50}{1,2 \times 75} = 1,02 \text{ mn} \quad t_c = 1,02 \text{ mn.}$$

d/ Phase 40 : Perçage :

opération 1014 : Perçage du trou ϕ 65 mm.

$$L = 56 + 0,2 \times 65$$

$$a_{er} = 1,2 \text{ mm/tr}$$

$$N_r = 60 \text{ tr/mn}$$

$$t_c = 1,1 \times \frac{56 + 0,2 \times 65}{1,2 \times 60} = 1,05 \text{ mn.} \quad t_c = 1,05 \text{ mn.}$$

e/ Phase 50 : Alésage :

opération 1015 : alésage ébauche :

On prend un engagement de l'outil égal à 97 mm et dégagement nul.

$$a_{er} = 1 \text{ mm/tr}$$

$$N_r = 120 \text{ tr/mn}$$

$$t_c = 1,1 \times \frac{97 + 97}{1 \times 120} = 1,14 \text{ mn} \quad t_c = 1,14 \text{ mn.}$$

opération 1016 : alésage finition.

$$a_{tr} = 1,2 \text{ mm/tr}$$

$$N_r = 96 \text{ tr/mn}$$

$$t_c = 1,1 \times \frac{97 + 97}{1,2 \times 96} = 1,19 \text{ mn}$$

$$t_c = 1,19 \text{ mn.}$$

Phase 60: Finition:

opération 1017:

$$L = 154 + 160 + 2 \times 5$$

$$A_r = 224 \text{ mm/mn}$$

$$t_c = \frac{154 + 160 + 2 \times 5}{224} = 1,44 \text{ mn.}$$

$$t_c = 1,44 \text{ mn.}$$

Phase 70:

opération 1018: perçage des 4 trous $\phi 14 \text{ mm}$ sur le cercle de $\phi 120 \text{ mm}$.

$$t_c = 1,1 \times \frac{i \cdot L}{a_{tr} \cdot N_r}$$

$$i = 4$$

$$L = 23 + 0,5 \cdot 14$$

$$a_{tr} = 0,36 \text{ mm/tr}$$

$$N_r = 450 \text{ tr/mn}$$

$$t_c = 1,1 \times \frac{4 \times (23 + 0,5 \cdot 14)}{0,36 \times 450} = 0,81 \text{ mn}$$

$$t_c = 0,81 \text{ mn.}$$

De la même façon que la phase 70 on trouve pour:

* la phase 80: $t_c = 0,73 \text{ mn.}$

* la phase 90: $t_c = 0,81 \text{ mn.}$

Tableau récapitulatif des temps de coupe.

N° Phase	Phase	N° opération	Opération	temps de coupe Tc en mn.
10	Fraisage	1011	fraisage de face de la bride ϕ 156 (2 pièces)	2,28
20	Fraisage	1012	fraisage de face de la bride ϕ 152 (4 pièces)	3,47
30	Percage	1013	percage du trou ϕ 50mm	1,02
40	Percage	1014	percage du trou ϕ 65mm	1,05
50	Alésage	1015	Alésage ébauche du trou ϕ 60mm	1,14
		1016	Alésage finition du trou ϕ 60mm	1,19
60	Fraisage	1017	fraisage de face de la bride ϕ 154	1,44
70	Percage	1018	percage des 4 trous ϕ 14mm sur le cercle de ϕ 120mm	0,81
80	Percage	1019	percage des 4 trous ϕ 14mm sur le cercle de ϕ 124mm	0,73
90	Percage	1020	percage des 4 trous ϕ 14mm sur le cercle de ϕ 118mm	0,81

II temps total d'exécution:

Nous venons de voir le temps de coupe ou temps principal mais pour calculer le temps de fabrication, c'est à dire le temps alloué à l'ouvrier pour l'exécution de l'objet, il faut encore tenir compte des temps suivants:

1) temps d'arrangement T_a : (ou temps de préparation):

sont les temps nécessaires à la mise en train du travail, c'est à dire à la lecture du dessin, à la préparation de la machine etc... Les temps d'arrangement ne se comptent qu'une fois par série.

2) 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, contrôle et réglage 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. $T_b = T_m + T_c$

3) des temps supplémentaires de perte T_s :

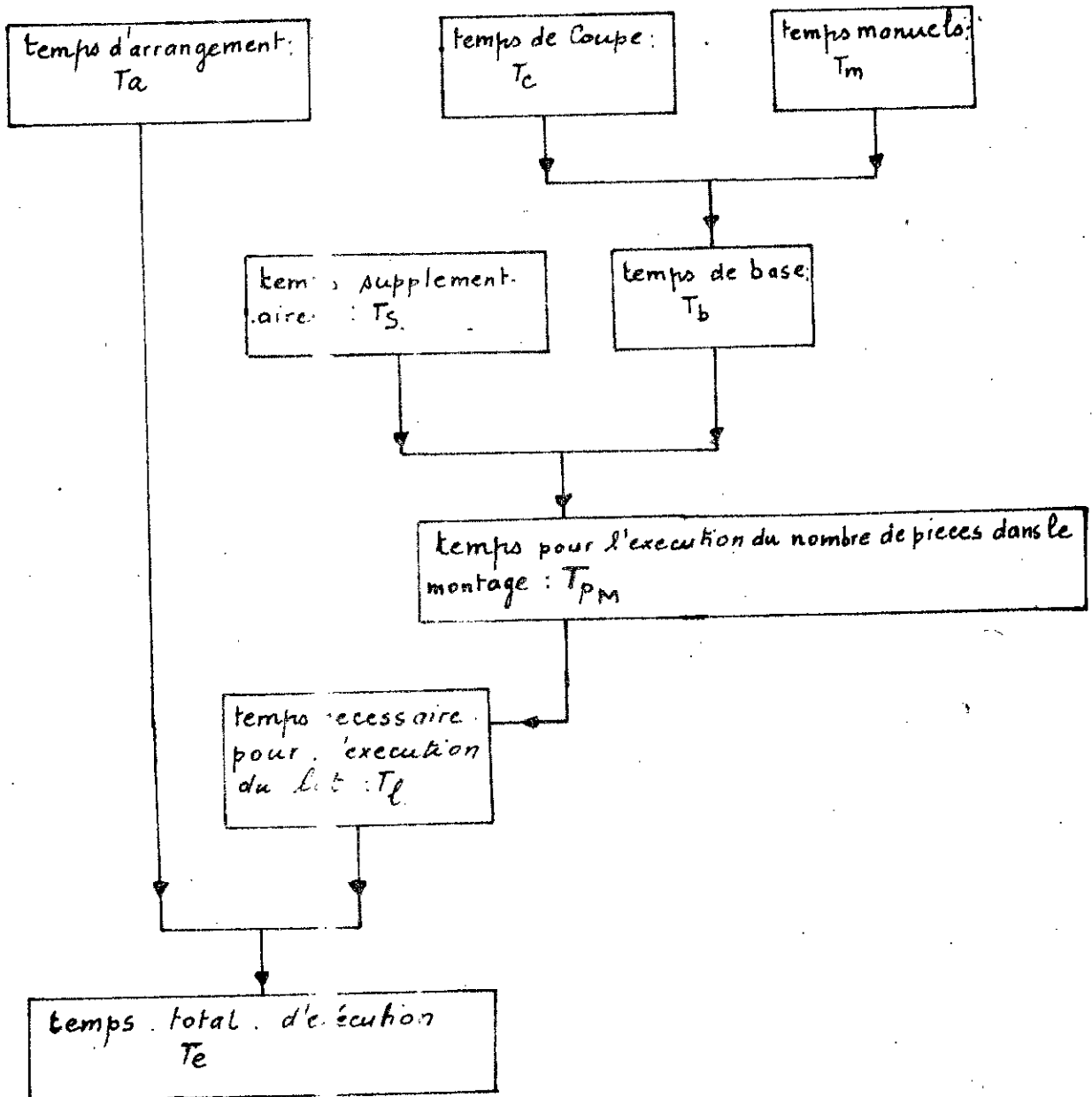
se composent des nettoyages, des graissages, des contrôles supplémentaires, de l'évacuation des copeaux, des absences pour besoin personnel, de la mise en marche et de l'arrêt des machines etc...

Ils varient de 6 à 15% de temps de base.

$$T_s = 15\% T_b$$

Le schéma suivant montre comment se combinent ces différents éléments pour former le temps total d'exécution T_e .

Schéma de formation du temps T_e .



Notation:

T_a : temps d'arrangement.

T_c : " de coupe.

T_m : " manuels

T_b : " de base

$$= T_c + T_m$$

T_s : temps supplémentaires de perte

$$= 6 \text{ à } 15\% \text{ de } T_b$$

T_{pm} : temps pour l'exécution des pièces du montage

$$= T_b + T_s$$

T_l : temps nécessaire pour l'exécution du lot.

T_e : " total d'exécution

$$= T_a + T_l$$

Les temps T_m et T_a sont expérimentaux, ils sont tirés d'un tableau du manuel: organisation d'atelier et Calcul des prix en mécanique.

Tableau des temps pour chaque phase d'usinage
en mn.

N° phase	Dénomination	T _c	T _m	T _b	T _s	T _{PM}	T _l	T _a	T _e	T _{ep}
10	Fraisage	2,28	2,5	4,78	0,71	5,49	549	31	580	2,9
20	Fraisage	3,47	2,5	5,97	0,89	6,86	343	31	374	1,87
30	Perçage	1,02	1,5	2,52	0,37	2,89	578	12	590	2,95
40	Perçage	1,05	1,5	2,55	0,38	2,93	586	12	598	2,99
50	Alésage	2,33	2	4,33	0,64	4,97	994	12	1006	5,03
60	Fraisage	1,44	2,5	3,94	0,59	4,53	906	31	937	4,68
70	Perçage	0,81	1,5	2,31	0,34	2,99	598	12	610	3,05
80	Perçage	0,73	1,5	2,23	0,33	2,56	512	12	524	2,62
90	Perçage	0,81	1,5	2,31	0,34	2,99	598	12	610	3,05

T_{ep}: temps moyen d'exécution pour une pièce.

CHAPITRE - SIXIEME

DETERMINATION DU NOMBRE DE MACHINES OUTILS NECESSAIRE POUR CHAQUE PHASE.

Dans ce chapitre on va déterminer le nombre de machines outils nécessaires pour chaque phase et ceci pour exécuter les 3000 pièces, puis on essaie de donner une disposition de celles-ci afin d'aboutir à une meilleure synchronisation.

Y. Calcul du nombre de machines.

1/ Calcul du nombre effectif de pièces :

Si on suppose un coefficient de rebut $k = 0$, alors le nombre effectif de pièces sera :

$$N_{eff} = 3000 \text{ pièces.}$$

2/ Calcul du fond de temps disponible : (dans une année).

Le fond disponible est donné par la formule suivante :

$$F_d = Z_0 \times k_s \times H \times \left(1 - \frac{\beta}{100}\right) \quad \text{où}$$

Z_0 : nombre de jours ouvrables par an = $365 - (52 + d) = 300 \text{ jours/an}$

d : nombre de jours fériés = 13

β : coefficient de réparation = 5

k_s : nombre d'équipe

$H = 7 \text{ heures / équipe}$

$$\text{d'où } F_d = 300 \times 1 \times 7 \times \left(1 - \frac{5}{100}\right) = 1995 \text{ heures/an}$$

$$F_d = 1995 \text{ heures/an} = 119700 \text{ mn/an}$$

3) Calcul du fond de temps disponible dans un mois.

$$F_{d_1} = \frac{F_d}{12} = \frac{119700}{12} = 9975 \text{ mn.}$$

$$F_{d_1} = 9975 \text{ mn.}$$

1) Calcul du nombre de machines outils.

Le nombre théorique de machines outils est donné par la formule suivante:

$$M_{th} = \frac{F_{nec}}{F_{d_1}}$$

F_{nec} : fond de temps nécessaire. = $T_{ep} \times 3000$.

T_{ep} : temps nécessaire à l'exécution d'une pièce dans la phase considérée.

Le nombre de machines outils réel à prévoir est le nombre entier M_r , immédiatement supérieur au nombre théorique de machines.

Pour cela on va détailler le calcul pour toutes les phases d'usinage puis on résumera les résultats dans un tableau qui suit à la page 60.

a) phase 10: fraisage: (voir tableau dénominatif des phases page 15)

Machine: Fraiseuse universelle FA3A.

$$F_{nec} = 29 \times 3000 = 8700 \text{ mn}$$

$$F_{d_1} = 9975 \text{ mn}$$

$$M_{th} = \frac{8700}{9975} = 0,87$$

$$\text{d'où } M_r = 1$$

b) Phase 20: Fraisage (voir tableau dénominatif des phases)

Machine: Fraiseuse universelle FA3A

$$F_{nec} = 1,87 \times 3000 = 5610 \text{ mn.}$$

$$F_{d_1} = 9975 \text{ mn}$$

$$M_{th} = \frac{5610}{9975} = 0,56$$

$$M_r = 1$$

c/ Phase 30 : Perçage : (voir tableau dénominatif des phases).

Machine : Perceuse radiale GSP type 56.

$$F_{éc} = 2,9 \times 3000 = 8850 \text{ mn.}$$

$$F_{d_1} = 9975 \text{ mn.}$$

$$M_{th} = \frac{8850}{9975} = 0,88$$

$$d'o : M_r = 1.$$

d/ Phase 40 : Perçage : (voir tableau dénominatif des phases).

Machine : Perceuse radiale GSP type 56

$$F_{éc} = 2,95 \times 3000 = 8970 \text{ mn.}$$

$$F_{d_1} = 9975 \text{ mn.}$$

$$M_{th} = \frac{8970}{9975} = 0,89$$

$$M_r = 1.$$

e/ Phase 50 : Alésage : (voir tableau dénominatif des phases).

Machine : Perceuse radiale GSP type 56.

$$F_{éc} = 5,03 \times 3000 = 15090 \text{ mn.}$$

$$F_{d_1} = 9975 \text{ mn}$$

$$M_{th} = \frac{15090}{9975} = 1,51$$

$$M_r = 2.$$

f/ Phase 60 : Fraisage (voir tableau dénominatif des phases).

Machine : Fraiseuse universelle FA3A

$$F_{éc} = 4,68 \times 3000 = 14040 \text{ mn}$$

$$F_{d_1} = 9975 \text{ mn}$$

$$M_{th} = \frac{14040}{9975} = 1,40.$$

$$M_r = 2.$$

g/ Phase 70 : Perçage (voir tableau dénominatif des phases)

Machine : Perceuse radiale GSP 405 D100 N° 2252.

$$F_{\text{éc}} = 3,03 \times 3000 = 9150 \text{ mn.}$$

$$F_{d_1} = 9975 \text{ mn}$$

$$M_{\text{th}} = \frac{9150}{9975} = 0,91$$

$$M_r = 1.$$

h/ Phase 80 : Perçage (voir tableau dénominatif des phases).

Machine : Perceuse radiale GSP 405 D100 N° 2252.

$$F_{\text{éc}} = 2,62 \times 3000 = 7860 \text{ mn.}$$

$$F_{d_1} = 9975 \text{ mn.}$$

$$M_{\text{th}} = \frac{7860}{9975} = 0,78.$$

$$M_r = 1$$

i/ Phase 90 : Perçage (voir tableau dénominatif des phases).

Machine : Perceuse radiale GSP 405 D100 N° 2252.

$$F_{\text{éc}} = 3,05 \times 3000 = 9150 \text{ mn.}$$

$$F_{d_1} = 9975 \text{ mn.}$$

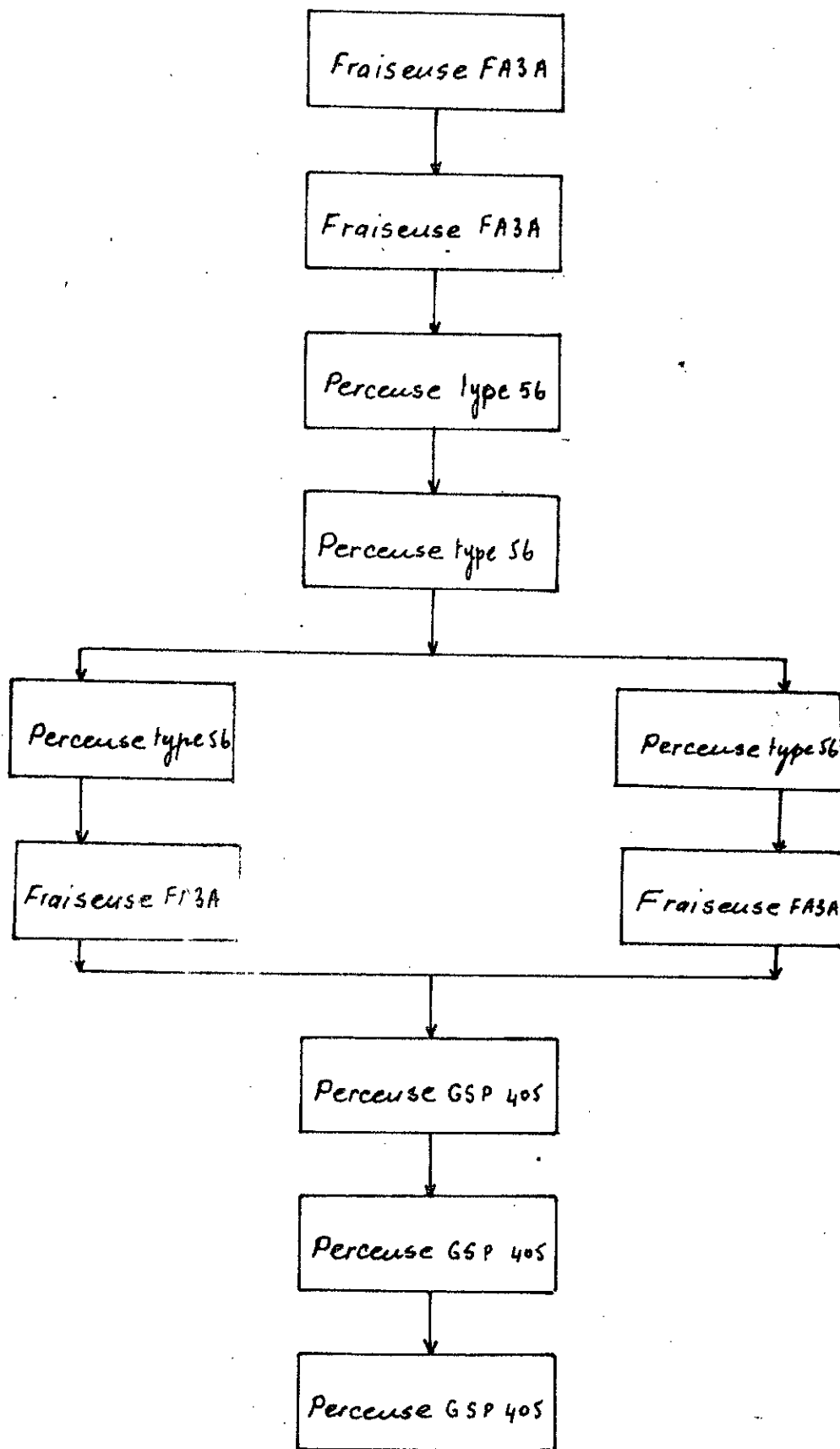
$$M_{\text{th}} = \frac{9150}{9975} = 0,91$$

$$M_r = 1.$$

Tableau donnant le nombre de machines pour
chaque phase.

N° phase	Dénomination phase	Type de machine outil	Tep mn	F _{rec} mn	F _d mn	M ₁₂	M _r
10	Fraisage	Fraiseuse universelle FA3A	2,9	8700	9976	0,87	1
20	Fraisage	Fraiseuse universelle FA3A	1,87	5610	"	0,56	1
30	Perçage	Perceuse radiale type 56 GSP	2,95	8850	"	0,88	1
40	"	"	2,99	8970	"	0,89	1
50	Alestage	"	5,03	15090	"	1,51	2
60	Fraisage	Fraiseuse universelle FA3A	4,68	14040	"	1,40	2
70	Perçage	Perceuse radiale GSP 405 D 100 N° 2252	3,05	9150	"	0,91	1
80	"	"	2,62	7860	"	0,78	1
90	"	"	3,05	9150	"	0,91	1

Disposition préférable des machines.



CHAPITRE - SEPTIEME

CALCUL D'OUTILLAGE

Dans ce chapitre nous allons calculer l'outillage nécessaire pour l'exécution des 3000 pièces. Dans notre tâche on n'a que des outils tranchants (fraise, forêt hélicoïdal, forêt alésoir et alésoir).

Le calcul sera détaillé pour toutes les opérations d'usinage.

I/ Methode de Calcul.

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

$$J_t = \frac{T_c \times N_{eff}}{D_a (r+1) (1-k_c)}$$

où :

J_t : nombre d'outils tranchants nécessaire au programme dans la phase considérée.

N_{eff} : nombre effectif de pièces à produire.

T_c : temps de coupe.

D_a : durée entre 2 réaffutages.

r : nombre de réaffutages.

k_c : Coefficient qui tient compte des cassures de l'outil

($k_c = 0,3$ pour les outils ébaucheurs et $0,1$ pour les outils finisseurs)

II Calcul détaillé :

1/ Phase 10 : fraisage:

opération : 1011 (2 pièces usinées simultanément).

outil: fraise : notation: ϕ pe 3. 2214^{*3} 0176.
diamètre 160 mm, 2 tailles, à outils rapportés en C.M.

Nombre de dents: $Z = 16$.

état de surface: $R_a \leq 1,6 \mu$.

valeur de k_c : 0,1.

nombre de reffutage: $r = 2$.

durée entre 2 reffutages: $D_a = 180$ mn.

temps de Coupe: $T_c = 2,28$ mn.

Nombre effectif de pièces: 3000

$$J_t = \frac{2,28 \times 1500}{100 (2+1) (1-0,1)} = 7,03$$

Le nombre de fraises de ce type à le nombre entier immédiatement supérieur.

$$J_{tr} = 8$$

2/ Phase 20: fraisage:

opération: 1020. (4 pièces usinées simultanément).

$$J_t = \frac{3,47 \times 750}{180 \times (2+1) (1-0,1)} = 5,3$$

$$J_{tr} = 6$$

3/ Phase 30: Percage

opération: 1030.

outil: forêt hélicoïdal ϕ 50 mm en A.R.

état de surface: $R_a \leq 1,6 \mu$.

valeur de k_c : 0,3

nombre de reffutage : $r = 4$

Durée entre 2 reffutage : $D_a = 60$ mn.

temps de Coupe : $T_c = 1,02$ mn.

Nombre de pieces à exécuter : $N_{eff} = 3000$

$$J_t = \frac{1,02 \times 3000}{60 \times (4+1)(1-0,3)} = 14,5$$

$$J_{tr} = 15.$$

4/ Phase 40 : Perçage :

opération : 1014.

$$J_t = \frac{1,05 \times 3000}{60(4+1)(1-0,3)} = 15$$

$$J_{tr} = 15.$$

5/ Phase 50 : Alésage.

opération : 1015 : ébauche au forêt alésur.

outil : forêt alésur diamètre 59,7 mm, Carbone métallique.

valeur de k_c : 0,3

nombre de reffutage : $r = 3$

durée entre 2 réaffutages : $D_a = 180$ mn.

temps de Coupe : $T_c = 1,14$ mn.

$N_{eff} = 3000$

$$J_t = \frac{1,14 \times 3000}{180 \times (3+1)(1-0,3)} = 6,78$$

$$J_{tr} = 7.$$

Operation 1016: alésage finition.

outil : alésoir diamètre 60mm en Carbure métallique.

valeur de k_c : 0,1.

nombre de réaffutage : $r=3$

durée entre 2 réaffutages : $D_a = 160\text{mm}$.

temps de Coupe: $T_c = 1,19\text{mn}$.

$N_{\text{eff}} = 3000$.

$$J_t = \frac{1,19 \times 3000}{160 \times (3+1)(1-0,1)} = 6,19$$

$$J_{tr} = 7.$$

6/ Phase 60 : Fraisage:

opération: 1017.

outil: fraise: notation: $\phi p e 3 \ 2214^{*3} \ 0176$.

nombre de dents: $z = 16$.

état de surface : $R_a \leq 1,6\mu$.

$k_c = 0,1$.

$r = 2$

$T_c = 1,44$

$D_a = 180\text{mm}$

$N_{\text{eff}} = 3000$

$$J_t = \frac{1,44 \times 3000}{180 \times (2+1)(1-0,1)} = 8,88$$

$$J_{tr} = 9.$$

7/ Phase 70:

opération 1018:

outil: forêt hélicoïd. diamètre 14 mm en ARO

$$k_c = 0,3$$

$$r = 4$$

$$D_a = 30 \text{ mm}$$

$$T_c = 0,81 \text{ mn}$$

$$N_{\text{eff}} = 3000$$

$$J_t = \frac{0,81 \times 3000}{30 \times (4+1) \times (1-0,3)} = 23,14$$

$$J_{tr} = 24$$

8/ Phase 80:

opération 1019:

outil: forêt hélicoïd. diamètre 14 mm en ARO

$$k_c = 0,3$$

$$r = 4$$

$$D_a = 30 \text{ mm}$$

$$T_c = 0,73 \text{ mn}$$

$$N_{\text{eff}} = 3000$$

$$J_t = \frac{0,73 \times 3000}{30 \times (4+1) \times (1-0,3)} = 20,85$$

$$J_{tr} = 21$$

9/ Phase 90:

opération 1020

Outil: forêt hélicoïdal diamètre 14 mm en ARO.

$$K_c = 0,3$$

$$r = 4$$

$$D_a = 30 \text{ mm}$$

$$T_c = 0,81 \text{ mm}$$

$$N_{eff} = 3000$$

$$J_E = \frac{0,81 \times 3000}{30 \times (4+1) \times (1-0,3)} = 23,14$$

$$J_{Er} = 24.$$

Tableau récapitulatif du nombre d'outils pour chaque opération.

N° phase	N° opération	Dénomination opération.	type d'outil	Nombre d'outils.
10	1011	fraisage de face de la bride ϕ 156 mm	NOTATION: ϕ pe3 2214 ²³ 0176 à outils rapportés	8
20	1012	fraisage de face de la bride ϕ 152 mm	"	6
30	1013	perçage du trou ϕ 50 mm	forêt hélicoïdal ϕ 50 mm en A.R	15
40	1014	perçage du trou ϕ 65 mm	forêt hélicoïdal ϕ 65 mm en A.R	15
50	1015	alésage ébauche du trou 60 mm	forêt alésur ϕ 59,7 mm en C.M	7
	1016	alésage finition du trou ϕ 60 mm	alésoir ϕ 60 mm en C.M	7
60	1017	fraisage de face de la bride ϕ 154 mm	NOTATION: ϕ pe3 2214 ²³ 0176 à outils rapportés	9
70	1018	perçage des 4 trous ϕ 14 mm sur le cercle de ϕ 120 mm	forêt hélicoïdal ϕ 14 mm en A.R.O	24
80	1019	perçage des 4 trous ϕ 14 mm sur le cercle de ϕ 124 mm	"	21
90	1020	perçage des 4 trous ϕ 14 mm sur le cercle de ϕ 118 mm	"	24

CHAPITRE - HUITIEME

MONTAGES D'USINAGE

1/ Explication sur la construction des montages d'usinage.

Dans ce paragraphe on explique pourquoi on réalise le positionnement de la pièce sur chaque montage d'usinage.

Cette explication ne sera donnée seulement que pour les montages qu'on a réalisés

1/ Montage de Fraisage : pour la phase 10 : (voir tableau dénominatif des phases à la page: 15) : dessin N° 4

Les 2 pièces usinées simultanément sont positionnées chacune d'elles sur 3 Vés par l'intermédiaire des surfaces cylindriques extérieures des trous diamètres 50 mm et 65 mm et la surface extérieure du tronçon conique. Le serrage des 2 pièces est assuré par 4 Vés assemblés à une plaque qui est actionnée grâce à 2 excentriques. On a opté pour ce système de serrage vu la rapidité de manœuvre. Les 2 ressorts permettent de soulever le couvercle (plaque + les 4 Vés) au moment du desserrage.

2/ Montage d'alésage : phase 50 : (voir tableau dénominatif des phases à la page: 15) : Dessin N° 5

La pièce est positionnée sur un support, la fixation se fait sur la surface intérieure du trou usiné de diamètre 50 mm afin d'aboutir à la coaxialité exigée. La fixation se fait par un système Vis - Erou. Le montage est donné sur le dessin N° 5.

3/ Montage de perçage : phase 90 : Voir tableau dénominatif des phases à la page : 15).

La pièce est positionnée sur 2 plaques. La fixation est assurée par 2 vis articulés. Le serrage se fait sur la surface extérieure cylindrique de la bride de diamètre 154 mm.

Voir dessin N° 6.

Remarque :

Pour les montages réalisés on a adopté une construction soudée pour la pièce. Celle-ci présente de nombreux avantages : rapidité d'exécution, légèreté, solidité. L'ensemble soudé est constitué d'éléments simples, préalablement obtenus par découpage au chalumeau ou par usinage. Les délais de fabrication sont généralement très courts, en effet il n'y a pas, comme en fonderie, de modèle à créer, et il est toujours possible d'usiner, découper, souder, sur place c'est à dire aux ateliers d'outillages. Les aciers ont des caractéristiques mécaniques supérieures à celles des fontes, il s'en suit un gain de poids important en construction soudée par rapport à la solution moulée.

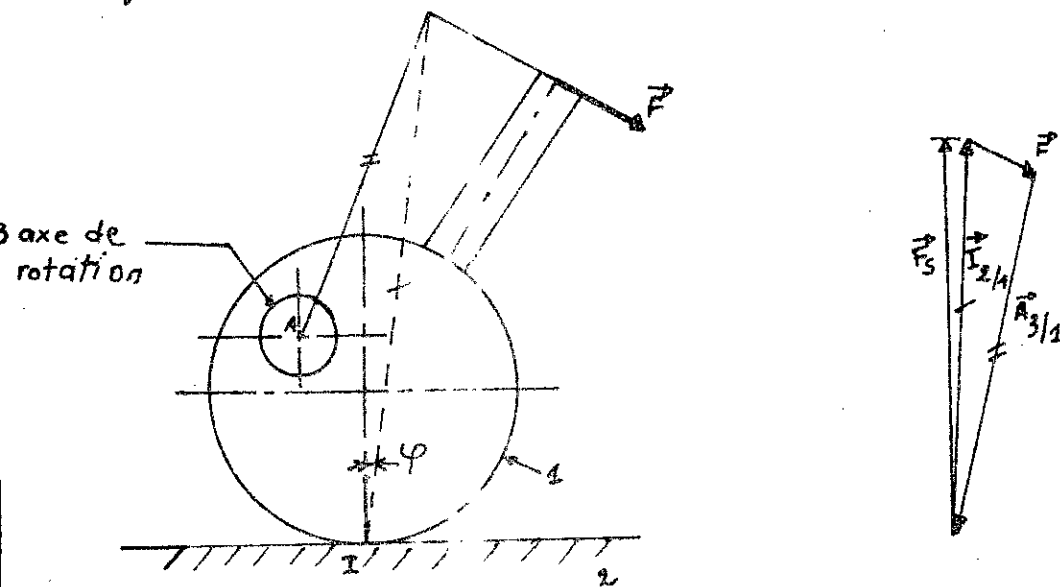
2/ Calcul sur les montages d'usinage:

Dans ce chapitre nous allons donner quelques calculs sur les montages d'usinage et cela seulement pour les phases dont on a construit les montages.

1/ Phase 10 : Montage de Fraîsage (montré sur le dessin N° 4)

a/ Calcul de la force de serrage.

Pour avoir un serrage et desserrage rapide on a adopté un système à excentrique.



Soit F : force de serrage

$f = \operatorname{tg} \psi$ coefficient de frottement entre 1 et 2. ($f = 0,14$).

$f' \approx 0$ coefficient de frottement entre 1 et 3.

On peut déterminer graphiquement :

$\vec{R}_{3/1}$ et $\vec{I}_{2/1}$

et l'effort de serrage exercé sur la pièce \vec{F}_3 .

Valeurs admissibles de F_{daN} en travail normal:

en tirant	Effort normal sans contre appui	15
	avec contre appui de l'autre main	25
en poussant	effort normal sans contre appui	11

Du graphe on trouve :

$$F_s = 12 F$$

$$F_s = 12 \times 25 = 300 \text{ daN.}$$

Comme on a 2 excentriques la force de serrage totale sera: 600 daN.

$$F_{st} = 600 \text{ daN.}$$

$$F_{st} > F_c$$

b/ Calcul des ressorts:

Les 2 ressorts ont pour rôle de soulever le couvercle lors du desserrage.

Le couvercle avec tous ses accessoires a une masse 5,81 kg et par conséquent un poids de :

$$P = 5,81 \times 9,81 = 57 \text{ N} \approx 60 \text{ N.}$$

D'où la charge sur chaque ressort:

$$P_n = 30 \text{ N.}$$

la charge d'un ressort hélicoïdal en fil rond:

$$P_n = \frac{\pi d^3 \sigma}{8 D} \quad \text{ou}$$

d : diamètre du fil en mm

σ : taux de travail en $N/mm^2 = 400 \frac{N}{mm^2}$

D : diamètre moyen en mm. = 20 mm

d'où

$$d = \sqrt[3]{\frac{8 \times P_1 \times D}{\pi \sigma}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{8 \times 30 \times 20}{\pi \times 400}} = 1,55 \text{ mm.}$$

on prend: $d = 1,6 \text{ mm.}$

Le nombre de spires active est donné par la formule suivante:

$$n = \frac{G \times f \times d^4}{64 \times r^3 \times P_1} \quad \text{ou:}$$

G : dépend de la matière du ressort et de la forme de la section du fil. en $N/mm^2 = 80.000 \text{ N/mm}^2$.

f : flèche en mm = 45 mm.

d : diamètre du fil en mm.

r : rayon moyen en mm

P_1 : charge sur le ressort:

$$\text{d'où: } n = \frac{80.000 \times 45 \times 1,6^4}{64 \times 10^3 \times 30} = 12,98.$$

On prend: $n = 13$.

Tableau donnant la valeur de G :

Matiere	Valeurs de G en kgf/mm ²		
	section circulaire	section carree	section meplate
fil d'acier de section $\leq 7\text{mm}^2$ (jusqu'à d: 3)	8000	7000	6300
fil d'acier enroulé à froid	7800	6800	6150
fil d'acier enroulé à chaud.	7500	6500	6000
acier inox	7000	6000	5500
Bronze phosphoreux	4000	3300	3000
Laiton	3500	2800	2400

2/ Phase 50 : Montage d'alésage (montré sur le dessin N° 5)

on adopte pour la fixation un système vis-ecrou.

a/ Calcul de la force de serrage.

Soit : Q : force de serrage sur la pièce conique (pièce N° 7)
sur le dessin)

r : rayon sur flancs de filets de la tige filetée.

p : pas de l'écrou.

α : angle d'inclinaison de l'écrou : $\operatorname{tg} \alpha = \frac{p}{2\pi r}$

φ : " de frottement

f : Coefficient de frottement (Vis et écrou).

L : longueur de la clé.

F : force exercée sur la clé.

R_m : rayon moyen du cercle de contact sur la pièce (N° 7)

$$\text{on a : } L \times F = Q [r \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + R_m f].$$

Le contact sur la pièce N° 7 se fait sur une couronne de

rayons : $R_e = 9 \text{ mm}$ et $R_i = 4,5 \text{ mm}$

$$R_m = \frac{2}{3} \frac{R_e^3 - R_i^3}{R_e^2 - R_i^2} = \frac{2}{3} \frac{9^3 - 4,5^3}{9^2 - 4,5^2} = 6,9 \text{ mm.}$$

$$r = 3,5 \text{ mm}$$

$$p = 1,25 \text{ mm}$$

$$f = 0,14 \quad (\text{valeur couramment admise}).$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{1,25}{2 \cdot \pi \cdot 3,5} = 3,25^\circ.$$

$$\varphi = \operatorname{arctg} f = \operatorname{arctg} 0,14 = 8^\circ.$$

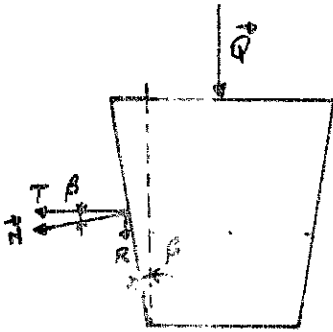
$$L = 250 \text{ mm}$$

$$F = 25 \text{ daN.}$$

$$\text{d'ou: } 250 \times 25 = Q [3,5 \operatorname{tg}(3,25+8) + 6,9 \times 0,14].$$

$$\text{donc } Q = 3765 \text{ daN.}$$

Q =



L'effort Q se décompose en 4 forces égales:

$$Q = 4 N. \quad \Rightarrow \quad N = \frac{Q}{4}$$

$$T = N \operatorname{Cos} \beta. = \frac{Q}{4} \times \operatorname{Cos} \beta$$

Soit $f' = \operatorname{tg} \alpha$ (coefficient de frottement entre la pièce n° dans le dessin et la surface intérieure du trou $\phi 50$ mm de la pièce à usiner (fonte).

$$f' = 0,2.$$

L'effort résistant au couple dû au forêt est:

$$T_{f'} = f' \times T.$$

Comme on a 4 forces résistantes égales, l'effort résistant total sera 4 fois plus grand.

$$T_{f' \text{ total}} = 4 \times f' \times T = f' \times Q \times \operatorname{Cos} \beta.$$

$$T_{f' \text{ total}} = 0,2 \times 3765 \times \operatorname{Cos} 18^\circ = 716 \text{ daN.}$$

Le couple résistant est par conséquent égal à:

$$C_r = 0,025 \times T_{f' \text{ total}}$$

$$C_r = 0,025 \times 7160 = 179 \text{ N.m.}$$

$C_r >$ Couple dû à l'effort de coupe.

b/ Vérification de contraintes:

Vu que la surface intérieure du trou diamètre 50 mm est usinée on doit vérifier si cette surface n'a pas subi d'empreintes c'est à dire qu'on soit toujours dans le domaine élastique.

La contrainte est donnée par:

$$\sigma = \frac{T}{S}$$

$$T = \frac{P}{4} \times C \cos \beta$$

$$S = 25 \times \frac{\pi}{4} \times 25 = 490,87 \text{ mm}^2.$$

$$T = \frac{P}{4} \times C \cos \beta = \frac{3765}{4} \times C \cos 18^\circ = 895 \text{ daN.}$$

$$\text{d'où } \sigma = \frac{895}{490,87} = 1,82 \text{ daN/mm}^2.$$

Soit R_e : la limite minimale apparente d'élasticité.

$$R_e = 0,6 R \quad (R \text{ étant la limite de la rupture à la traction}).$$

$$R_e = 0,6 \times 18 = 10,8 \text{ daN/mm}^2.$$

On trouve : $\sigma < R_e$.

CONCLUSION

Dans cette modeste étude, à partir des dessins de définition de la pièce, on a établi la gamme regroupant les données permettant à l'ouvrier de réaliser le travail prévu à son poste.

On a déterminé les régimes de coupe en utilisant plusieurs méthodes qui sont citées auparavant.

On a calculé le nombre de machines et d'outils nécessaires à l'exécution des 3000 pièces, de même qu'on a vérifié la capacité de ces machines si vraiment elles sont capables de réaliser leurs tâches avec les paramètres de coupe choisis.

On a donné un bref aperçu sur la disposition des machines.

Après étude on a remarqué qu'une meilleure synchronisation de ces machines est obtenue pour un délai d'exécution d'un mois c'est à dire pendant une durée d'une journée et demi on doit usiner 200 pièces : c'est le lot de lancement.

Enfin on a exécuté quelques montages d'usinage et cela dans le but de fixer la pièce.

Vu le temps on n'a pas construit tous les montages d'usinage, on s'est contenté de quelques uns seulement.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
CHAPITRE PREMIER	2
- Généralités sur l'état fini de la pièce.	
CHAPITRE DEUXIEME	6
- Type de production.	
- Mode d'obtention de la pièce.	
- Etablissement de la gamme d'usinage.	
CHAPITRE TROISIEME	18
- Régimes de coupe.	
CHAPITRE QUATRIEME	41
- Efforts et puissance de coupe.	
CHAPITRE CINQUIEME	48
- Temps d'exécution	
CHAPITRE SIXIEME	56
- Détermination du nombre de machines outils nécessaires pour chaque phase.	
CHAPITRE SEPTIEME	62
- Calcul d'outillage.	
CHAPITRE HUITIEME	69
- Montage d'usinage.	
CONCLUSION	79

BIBLIOGRAPHIE

1°/ Les fascicules DELAGRAGE 1967

N°4 : fraisage des métaux : A-CHEVALIER.

N°6 : Perçage, alésage, filetage : A-CHEVALIER.

N°17 : Étude des temps d'exécution. : A-CHEVALIER

N°19 : Montages d'usinage : A-CHEVALIER.

2/ Organisation d'atelier et calcul des prix en mécanique

WILLIAM-GAUTHEY

éditions S.P.E.S LAUSANNE 1965.

3/ Les machines outils HEINRICH GERLING édition EYROLLES 1964

4/ Catalogues de constructeurs et Revues de machines outils.

5/ Perçage - Alésage - pointage - taraudage mécanique

Edition EYROLLES 1960.

6/ Thèse étudiée par M^r. DAHOUMANE et M^r. BENLAMARA (Juin 79)

7/ Détermination rapide des ressorts : 1952.

8/ Guide du dessinateur industriel : A-CHEVALIER édition: 1980

9/ Montages d'usinage . R. PAZOT : 1979 Paris.

10/ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ Г.А. МОИХОВА Москва « МАШИНОСТРОЕНИЕ » 1974

11/ МАШИНОЧЕРТАНИЕ ЛЬВЖАВНО . ИЗДАТЕЛЬСТВО.ТЕХНИКА СОФИЯ . 1963.

