

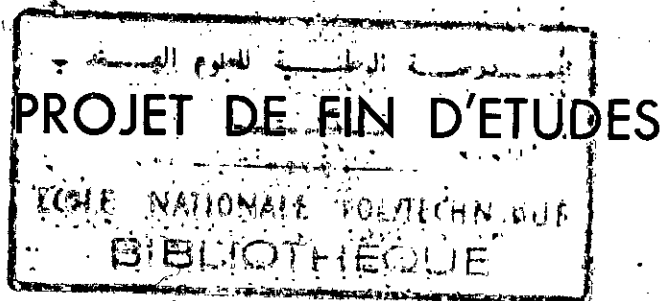
16/80

UNIVERSITÉ DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE D'ALGER

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

9/22

DÉPARTEMENT DE GÉNIE-MÉCANIQUE



**ATELIER DE FABRICATION
D'UN EMSEMBLE BIELLE-PISTON-AXE**

Proposé par :

Mr G. TKEMALADZE

Étudié par :

A. RAACHE

UNIVERSITÉ DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE D'ALGER

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DÉPARTEMENT DE GÉNIE-MÉCANIQUE

PROJET DE FIN D'ÉTUDES

ATELIER DE FABRICATION
D'UN EMSEMBLE BIELLE-PISTON-AXE

Proposé par :

Mr G. TKEMALADZE

Étudié par :

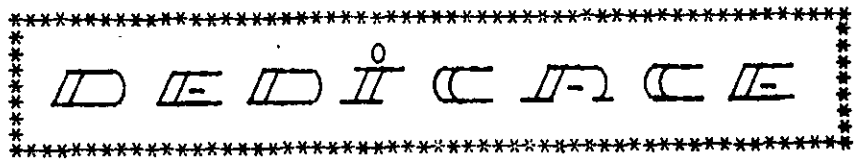
A. RAACHE

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

Que Monsieur G.TKEMALADZE , Maître Assistant à
l'E.N.P.A. trouve ici toute ma reconnaissance
pour les précieux conseils qu'il n'a cessé de
me prodiguer tout au long de cette étude.

Je tient à remercier également tous ceux qui
m'ont aidé à mener à terme cette étude.

A. RAACHE.



D E DEDIE CE TRAVAIL

- * à ma Mère
- * à mon Frère
- * à mes Soeurs
- * à mes Amis

A. R.

SOMMAIRE

— " — " — " — " —

INTRODUCTION.....	1
<u>CHAPITRE PREMIER.....</u>	2
- Généralités .	
<u>CHAPITRE DEUXIEME.....</u>	5
- Type de production	
- Mode d'obtention des pièces	
- Etablissement des gammes	
<u>CHAPITRE TROISIEME.....</u>	20
- Régimes de coupe	
<u>CHAPITRE QUATRIEME.....</u>	41
- Temps d'exécution	
<u>CHAPITRE CINQUIEME.....</u>	57
- Calcul du nombre de machines outils	
<u>CHAPITRE SIXIEME.....</u>	63
- Calcul d'outillage	
<u>CHAPITRE SEPTIEME.....</u>	67
- Calcul des effectifs, organisation et sécurité.	
CONCLUSION.....	73

I N T R O D U C T I O N

Le sous sol algerien renferme d'immenses ressources miniere comme le fer, L'aluminium, le manganese, ainsi que d'autres mineraux.

Il ya a peu d'annees ces mineraux etaient totalement ou presque destines a

L'exportation. apres ^{leurs} recuperation en 1966 par l'etat algerien, celui ci a lance un vaste plan d'industrialisation pour permettre le decollage economique du pays parallelement a l'implantation de complexes siderurgiques (construction prochaine du complexe siderurgique d'oran d'une capacite de 4 millions de tonnes /an) , l'etat soucieux de mener une politique economique globale et harmonieuse a procede a la creation d'entreprises metallurgiques et mecaniques qui ont pour mission la transformation de produits siderurgiques et permettre ainsi le developpement d'autres secteurs d'activites telsque l'agriculture.

parmi ces entreprises la sonacom creee en 1967 qui avec ces complexes industriels occupe une place de choix.

Nous citerons parmi ces complexes, le complexe vehicules industriels de rouiba qui a produit en 1978 6000 camions et dont la production vers les annees 90 atteindra 60,000 camions / an.

le complexe moteurs-tracteurs de constantine dont la production annuelle est de 9500 moteurs et 5000 tracteurs. l'industrie mecanique etant une industrie tres avancee, pour atteindre les objectifs du plan, la formation du personnel qualifie (ingenieurs, techniciens ouvriers specialises) est d'une importante capitale, c'est dans ce cadre que se situe notre projet de fin d'etudes qui est un projet de fabrication .

CHAPITRE PREMIER

GENERALITES

Le piston du moteur à combustion interne travaille dans les conditions de hautes températures et de haute pression des gaz chauds ; ainsi qu'à de grandes vitesses.

Le matériau du piston doit avoir une résistance suffisante aux hautes températures, une bonne conductibilité, une grande résistance à l'usure et à la corrosion. On le fabrique en alliage d'aluminium (5% Cu ; 6-7% Si ; 0,25 Mg ; 1,5% Fe et le reste en Al) qui a une bonne conductibilité et un faible poids spécifique. Pour augmenter la résistance à l'usure on effectue après l'usinage un revêtement en Stain (0,004 à 0,006 mm).

Les éléments principaux d'un piston sont :

la surface, la tête avec 3 à 4 rainures annulaires, deux bossages intérieurs avec un trou pour l'axe. La partie inférieure du piston de forme elliptique est coupée (coupes inclinées) pour assurer un bon contact et éviter le grippage avec le cylindre-miroir ; elle est également coupée (coupes perpendiculaires à l'axe) pour réduire la transmission de chaleur de la partie supérieure du piston vers sa partie inférieure.

Le diamètre de la partie supérieure du piston est de qualité 9 ; celui de la partie inférieure est de qualité 7. Le diamètre intérieur des anneaux est de qualité 9 ; la largeur de ceux-ci est de qualité 8.

Après l'usinage des pistons ; ceux-ci sont triés selon le diamètre suivant 5 groupes (voir tableau 1).

Le trou doit s'effectuer avec une très grande précision (qualité 6) et de surface Ra = 0,030. On fait le triage des trous suivant 4 groupes (voir tableau 2).

La surépaisseur à enlever est de 1 à 1,2 mm.

Après le moulage, le piston subit un traitement thermique (échauffement jusqu'à 150 - 170°C et maintient au four pendant 4 à 6 H. La dureté du moulage est de 100 à 300 HB.

L'axe est un acier à faible teneur en carbone (0,15% C ; 1% Cr, le reste en Fe). On exécute l'axe à l'aide de tubes sans joint laminé à chaud.

Après cémentation, trempé et revenu ; la dureté de l'axe atteint 56 à 62 HRC tandis que la profondeur de la couche cémentée (après rectification) est de 0,7 à 1,1 mm.

Le diamètre extérieur se fait avec une précision forte élevée (qualité 6) et en bon état de surface $R_a = 0,32$ à 16μ .

La bielle lie le piston au vilebrequin et transforme le mouvement de va et vient du piston en mouvement de rotation. De même l'effort perçu par le piston est transmis par l'intermédiaire de la bielle au vilebrequin. La bielle est en acier au carbone (0,4 - 0,5% C ; 2% Mn) après le traitement thermique (normalisation) sa dureté atteint 228 à 268 HRC. On utilise une tête de bielle ouverte afin que l'assemblage avec le vilebrequin soit possible. Dans la tête et le pied de bielle on emmanche les canons de bronze.

Les alésages des canons doivent être usinés avec une haute précision (qualité 6) et un bon état de surface ($R_a = 0,32$ à $0,08$).

La conicité et l'ovalité de ces derniers ne doivent pas dépasser 0,003 à 0,005 mm. Le non-parallélisme des axes de la tête et du pied de bielle ne doit pas dépasser 0,02 à 0,04 mm sur une longueur de 100 mm. Le déplacement axiale de la tête de bielle par rapport à l'axe du canon ne doit pas dépasser 0,1 mm sur une longueur de 100 mm.

Tableau 1 :

A	81,88	- 0,006	- 0,018
B	81,88	+ 0,006	- 0,006
C	81,88	+0,018	+0,006
D	81,88	+ 0,030	+ 0,018
E	81,88	+ 0,042	+ 0,030

Tableau 2 :

A	22 - 0,0025
B	22 - 0,0050
C	22 - 0,0075
D	22 - 0,0100

Comme le montre le tableau 1 la tolérance de triage (tolérance de fonctionnement) dans chacun des groupes est égale à 0,012 ce qui correspond à une précision supérieure à la qualité 6 ; alors que la tolérance de fabrication est de $0,012 \times 5 = 0,06$ mm (différence entre la valeur supérieure $81,88 + 0,042$ et inférieure $81,88 - 0,018$). cette précision d'usinage correspond à la qualité 9.

Il en est de même pour l'axe qui sera trié selon 4 groupe (Voir tableau ci-dessous).

A	22 - 21,9975
B	21,9975 - 21,9950
C	21,9950 - 21,9925
D	21,9925 - 21,99

CHAPITRE DEUXIEME

I - Type de production

Type de Production	Programme annuel		
	Pièces légères 20 Kg	Pièces moyennes de 20 à 300 Kg	Pièces lourdes de 300 à 1000 Kg
unitaire	jusqu'à 100	jusqu'à 10	jusqu'à 5
en série :			
- petite	> 100 à 500	> 10 à 200	> 5 à 100
- moyenne	> 500 à 5000	> 200 à 500	> 100 à 300
- grande	> 5000 à 50.000	> 500 à 5000	> 300 à 1000
De masse	> 50.000	> 5000	> 1000

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

dans notre cas nous avons un programme annuel de 20.000 ensembles par an , donc une production de grande série (voir tableau ci-dessus).

Pour la production en série on peut utiliser la formule approximative donnant le lot de pièces ou série :

$$n = \frac{D \cdot t}{\phi}$$

n : lot de pièces ou série

D : programme annuel

t : nombre de jours correspondant au stock minimal

(de 5 à 10 pour les pièces d'encombrement moyen)

on prend t = 5 j

ϕ : nombre de jours ouvrables (300 pour l'Algérie)

on aura :

$$n = \frac{20.000 \times 5}{300} = 300$$

$$n = \underline{300 \text{ pièces}}$$

II - Mode d'obtention des différentes pièces métalliques

1- mode d'obtention du piston

Le piston en alliage d'aluminium sera obtenu par moulage.

Pour cela il existe différents types de moulages :

a- les moulages de sables.

b- les moulages spéciaux (en masques ou à la cire perdue)

Ces deux types de moulage sont obtenus à l'aide de moules à utilisation unique.

c- les moulages en moules métalliques (coquilles). Dans ce cas les moules utilisés sont des moules permanents.

Notre pièce doit avoir un bon état de surface extérieure ce que le moulage en sable ne peut donner. Celui-ci étant surtout utilisé pour les pièces volumineuses.

Le moulage à la cire perdue est un moulage de très grande précision. Le moule obtenu en réfractaire est un moule monibloc d'où l'obligation de le détruire pour chaque pièce ce qui est très onéreux. (il est utilisé pour les alliages impossibles ou difficiles à usiner ou pour les alliages dont l'usinage ultérieur est coûteux).

Le moulage en masque est plus précis que le moulage en sable, mais il revient très cher en raison des prix des résines employées. Dans notre cas nous utiliserons le moulage en coquille qui est utilisé pour les alliages d'aluminium, de plus on a un programme de 20.000 pièces ce qui nous permettra d'amortir l'outillage utilisé. Une coquille bien faite peut exécuter jusqu'à 40.000 pièces.

Le procédé employé nécessite des noyaux non démontables, dont ils seront nécessairement en sable. (voir schemas).

2- mode d'obtention de la bielle et du chapeau.

Pour des raisons similaires notre choix pour l'obtention de la bielle et du chapeau de bielle s'est porté sur le forgeage mécanique.

3- mode d'obtention de l'axe.

L'axe sera découpé des tubes en aciers fabriqués en U.R.S.S et disponibles à la S.N.S et ceci dans le cadre de la coopération économique Algérie - Soviétique.

III - Etablissement des gammes d'usinage.

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

a) les procédés d'usinage choisis doivent être réalisables.

b) les tolérances doivent être respectées :

les procédés choisis et les machines utilisées doivent être capables de réaliser les précisions imposées

c) le prix de revient doit être minimisé :

- choix des procédés les plus économiques

- prévoir des appareillages spéciaux, pour réduire les temps de coupe, ou lorsque la sécurité de l'ouvrier l'impose.

Chaque gamme d'usinage doit être précédé d'une analyse de fabrication ou gamme de fabrication, qui indique l'ordre chronologique dans lequel doit se faire l'usinage. Celle-ci comporte la phase, la sous phase et l'opération ; elle doit préciser également la machine, les outils et les différents appareillages utilisés.

- la phase désigne l'ensemble du travail exécuté sur un même poste de travail, elle peut comporter une ou plusieurs sous-phases.
- la sous-phase constitue le travail réalisé sans démontage de la pièce, elle peut comporter une ou plusieurs opérations.
- l'opération représente le travail fait sans démontage de la pièce et sans changement de l'outil.

Pour usiner une pièce celle-ci doit être :

- mise en position sur la machine, d'où le choix des surfaces de départ et de référence.
- fixée sur la machine, ce qui nous amène à prévoir des dispositifs d'ablocage qui permettent l'usinage sans déformation de la pièce.

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

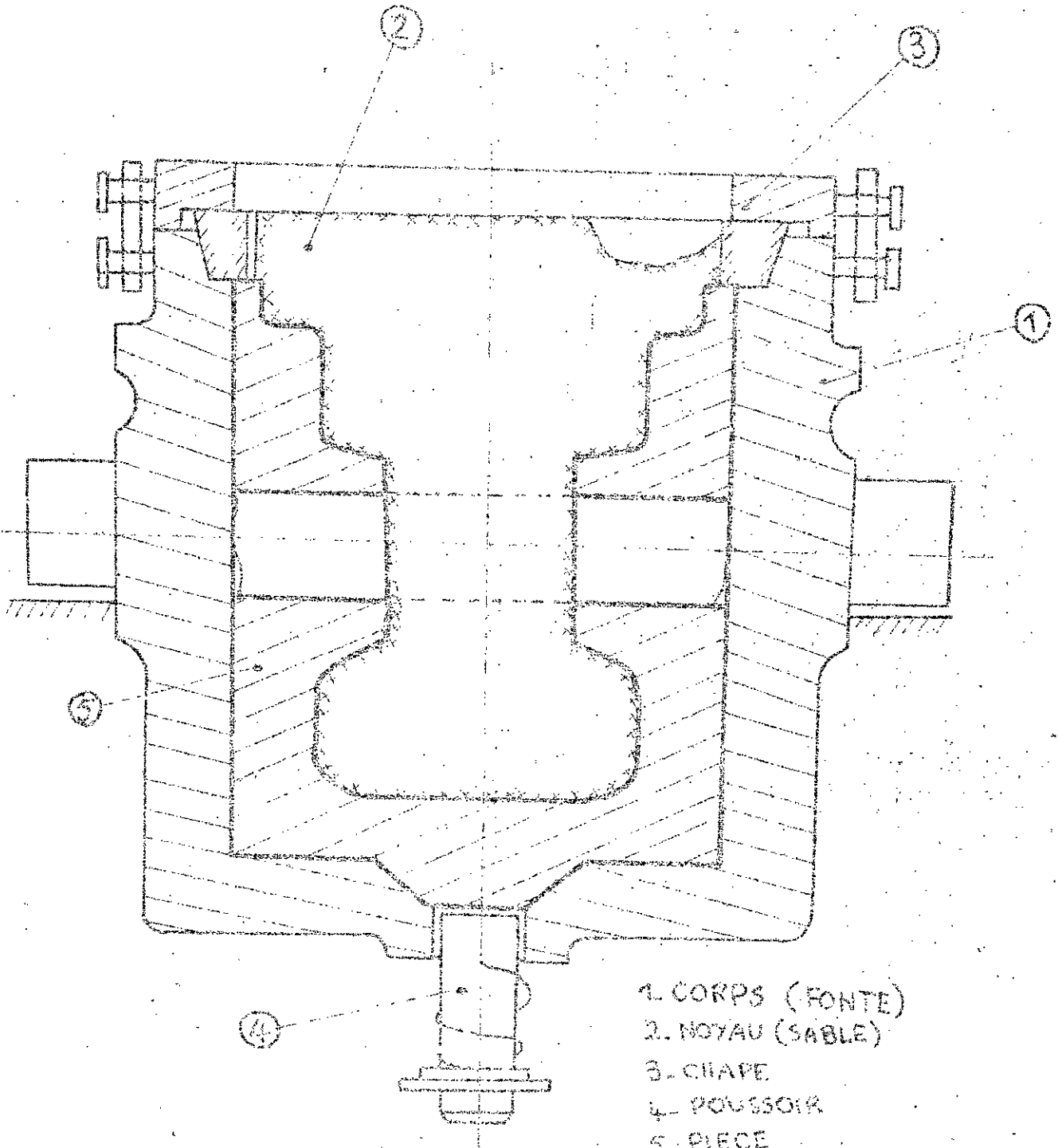
Les surfaces de référence sont des surfaces usinées qui permettent la mise en position de la pièce sur la machine aux différentes sous-phases de l'usinage,.

Les surfaces de référence doivent être choisies judicieusement afin que les tolérances imposées soient respectées.

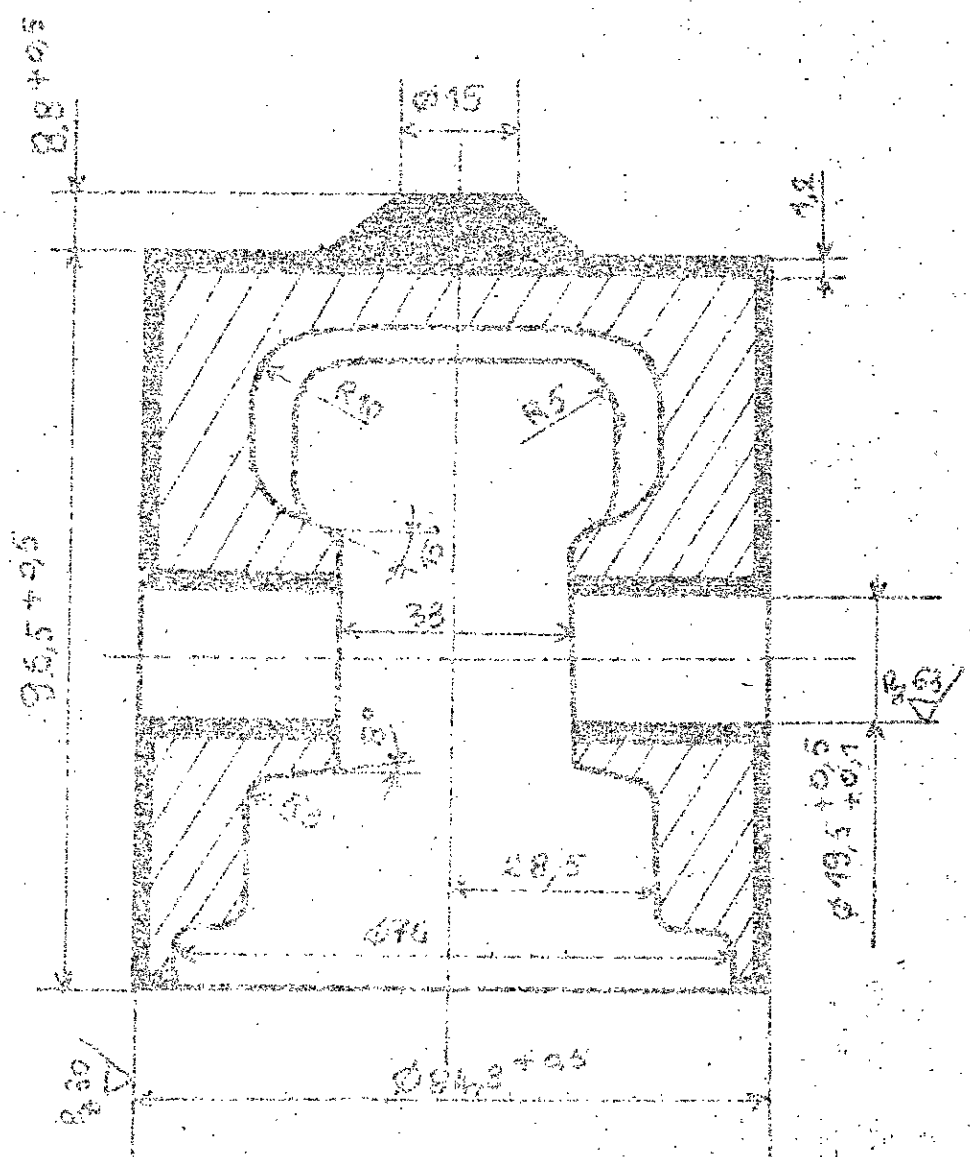
Choix des surfaces de départ et de référence :

	Surface de départ	Surface de référence
<u>Piston</u>	surface cylindrique extérieure	surface cylindrique intérieure
<u>Bielle</u>	surface latérale	surface latérale
<u>Axe</u>	surface cylindrique extérieure	surface cylindrique extérieure

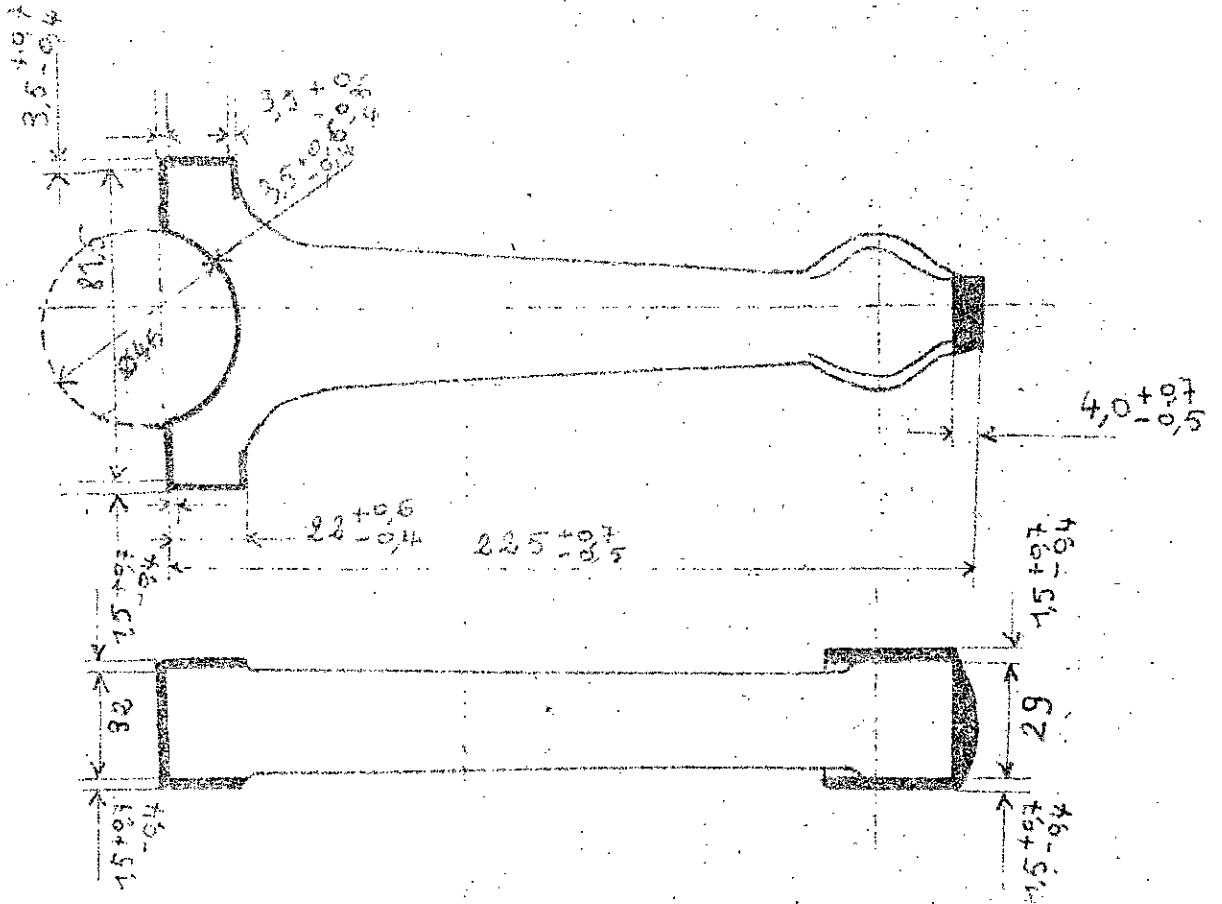
CROQUIS DE LA COQUILLE



- 1. CORPS (FONTE)
- 2. NOYAU (SABLE)
- 3. CHAPE
- 4. POUSSOIR
- 5. PIECE



$R_{\sigma} = 75 \text{ kgf/mm}^2$



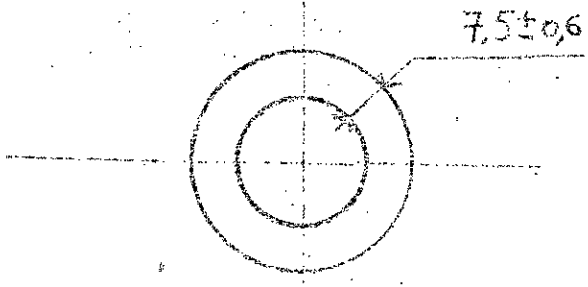
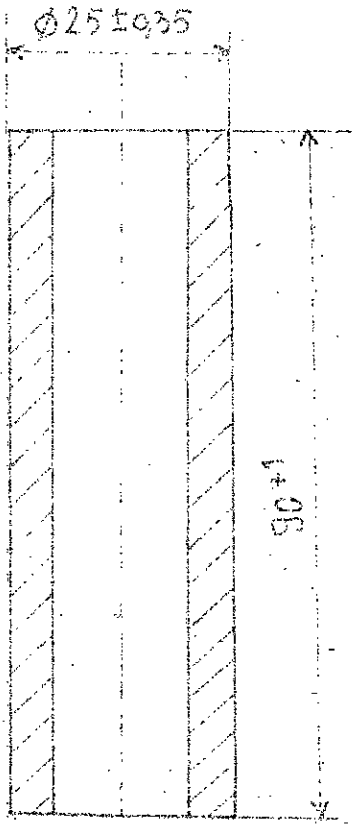
Tubes en aciers sans joint laminé à chaud

OCT - 8732 - 58

Diamètre extérieur	épaisseur
25	2,5-2,8-3-4-4,5-5-5,5-6-6,5 (6,5) - 7 (7,5) - 8
28	=====
30	
32	
38	

écart admissible des cotes

cotes des tubes	Précision	
	Normale	élevée
diametre extérie eur jusqu'à 50mm	+ 0,5 mm -	+ 0,35 mm -
épaisseur jusqu'à 15 mm	+ 12,5 %	+ 10% -



PROCÉDES ET MACHINES À UTILISER	QUALITÉ DIMENSIONNELLE	RUGOSITÉ Ra EN MICRONS
<u>TOURS</u>		
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 mono - broche ou multibroche.....	9 à 7	3,2 à 1,6
h) tour parallèle à commande. numérique	8	1,6
<u>FRAISEUSES</u>		
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
<u>ETAUX LIMBEURS</u>	8	1,6
<u>RABOTEUSES</u>	8 à 7	1,6
<u>BROCHEUSES</u>	7	0,8 à 0,4

<u>Perceuses</u>		
a) Perceuse sensitive d'établi....	au forê 11 à l'lésoir 7	3,2 0,8
b) perceuse à colonne.....
c) perceuse à montant.....
d) perceuse radiale.....
e) machine à pointer.....	6 ou 5	0,8 à 0,4
<u>Aléuses</u>		
a) aléuseuse monobroche.....	7	0,6 à 0,8
b) ... multi- têtes.....	7 à 6	0,8 à 0,4
<u>Machines defiletage</u>		
a) tour paralléle.....	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
<u>machines detaillage</u>		
a) fraise plate au module.....	7	1,6 à 0,8
b) fraise mère ou vis fraise.....	7	1,6 à 0,8
c) pignon couteau ou outil- pignon FELLOWS.....	7	0,8
D) outil crémaillère MAAG.....
e) rectifieuse d'engrenages.....	6 à 5	0,4 à 0,2
f) machine à raser les dentures (SHAVING).....	6 à 5	0,4 à 0,2
<u>Machines spéciales</u>		
a) machine spéciale à tête multiples	selon techni- que d'usinage 9 à 6	3,2 à 0,4
b) rectiligne ou circulaire.....	9 à 6	3;2 à 0,4

Rectifieuses			
a) rectifieuse plane.....	6	à	4
b) à plusieurs têtes orientables.....	6	à	5
c) rectifieuse de révolution intérieure ou extérieur.....	6	à	5
d) rectifieuse sans centre.....	6	à	5

ETATS DE SURFACES REALISABLES PAR LES PRINCIPALES
TECHNIQUES DE PRODUCTION

Valeurs normalement réalisées	Valeurs incertaines								
Rugosité Ra en microns	5p	25	125	32	98	021	01	005	0,025
Moulage sable manuel									
Moulage sable mécanique									
Moulage en coquille ou sans pression									
Matricage , estampage à chaud									
Laminage à chaud									
Sciage									
Rabotage									
Brochage									
Fraisage outil AR ou C.M.									
Tournage outil A.R ou C.M.									
Tournage outil diamant, céramique									
Alésage outil A.R ou C.M.									
Perçage avec tous forêts									
Taillage des engrenages									
Alésage outil diamant, céramique									
Rectification grain 40 à 120									
Rectification fini grain 120 à 400									
Superfinition									
Rodages divers (homming - lapping)									

PRESENTATION DES MACHINES UTILISEES
LORS DE L'USINAGE DE L'ENSEMBLE
BIELLE, PISTON ET AXE

TOUR A CHARIOTER ET A FILETER MODELE 16 K 20 (URSS)

Gamme des vitesses de rotation (22): 12,5 à 1600
Avances longitudinales (24): 0,05 - 2,8
Avances transversales (24): 0,025- 1,4
Encombrement : Lxlxh = 2505x1190x1500
Puissance : 10 KW

TOUR REVOLVER MODELE 1K36 (URSS)

Gamme des vitesses : 45 à 1 000
Avances tourelle : 0,07 à 2,29
Encombrement : 3200 x 1780 x 1450
Puissance : 10 KW

TOUR A CHARIOTER ET A FILETER 1M63 (URSS)

Gamme des vitesses de rotation (22) : 10 à 1250
Avances longitudinales (32) : 0,064 à 1,025
Avances transversales (32) : 0,0256 à 0,378
Encombrement : Lxlxh = 3530 x 1125 x 1450
Puissance : 13 KW

FRAISEUSE UNIVERSELLE H.E.S. modèle Z 3 (FRANCE)

Vitesses (12) : 32,50,80,100,160,200,250,315,500,
630,1 000, 1 600
Avances longitudinales (9) : 12,5 à 500
Avances transversales (9) : 12,5 à 500
Avances verticales (9) : 6,25 à 250
Encombrement : Lxlxh = 3 280 x 2 205 x 1 835

PERCEUSE FRAISEUSE A COMMANDE NUMERIQUE FRr 250x1000 NC
(R.D.A)

Vitesses : 30 à 3 150 trs/mn
Avances continues de 20 à 2 000 mm/mn
Puissance : 25 KW
Encombrement : 2 050x1 800x3 020

PERCEUSE RADIALE GSP type 405 D 100 N° 2252 (FRANCE)

Vitesses de rotation : 40-56-80-112-160-224-320-450
640-900-1250-1800
Avances : 0,045-0,065-0,09-0,13-0,17-0,25-0,35-0,5
Puissance : 4 KW
Encombrement : 1 815 x 1 100 x 2 755

R

RECTIFIEUSE CYLINDRIQUE MODELE 3130 A COMMANDE NUMERIQUE
(URSS)

Vitesse de rotation de la Broche porte meule :
1 800 tr/mn
Vitesse de rotation de la Broche porte meule pièce :
60 à 500 tr/mn
Avances meule : 0,001 à 0,003 mm/tr
Encombrement : 2 320 x 1 720 x 1 495

RECTIFIEUSE PLANE MODELE 371 M (URSS)

N meule : 2 870 tr/mn
Avances de la table continues : 0 à 18 m/mn longitu-
dinales
" : 0,2 à 2 mm/mn trans-
versales

Puissance : 2,8 KW
Encombrement : 2 500 x 1 590 x 2 000

RECTIFIEUSE SANS CENTRE MODELE 3 184 (URSS)

N (meule de travail) : 1 300 et 1 886 tr/mn
N (meule d'entraînement) : 20 à 130 - 150 tr/mn
Puissance du moteur de travail : 14 KW
Puissance du moteur d'entraînement : 0,59 KW
Encombrement : 2 090 x 1 220 x 1 420
Superficie de la table : 600 x 200

MACHINE A RODER MODELE 3 A 83 (URSS)

Vitesse de rotation : 90 à 240 tr/mn
Vitesse de va-et-vient de la broche : 0 à 28 m/mn
Puissance : 10 KW
Encombrement : 1 660 x 1 375 x 3 812

MACHINE A SCIER AUTOMATIQUE SATURNE MODELE T (FRANCE)

N : 208-304-447-655-975-1 440 tr/mn
Puissance : 2,2 KW
Encombrement : 2 100 x 1 400 x 1 650

CHAPITRE TROISIEME

REGIMES DE COUPE

19) Méthode utilisée lors de la détermination des éléments de coupe (p, 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.

En tournage la profondeur de passe est de 2 à 8 mm à l'ébauche ; de 1 mm à la demi-finition et de 0,5 mm à la finition. En alésage à l'alésoir, la quantité de matière à enlever sur le rayon varie de 0,1 à 0,5 mm suivant le diamètre à aléser. En rectification la profondeur de passe est de l'ordre de 0,02 mm à l'ébauche ; 0,009 mm à la demi-finition et de 0,006 à la finition.

b) Avance

Pour la détermination de l'avance nous avons utilisé les tableaux relevés des manuels soviétiques, entre autre les photocopies traduits par Mr IKEMALADZE et déposés au département mécanique. Ces tableaux donnent les différentes avances en fonction de la profondeur de passe, de l'état de surface désiré, de la nature du métal à usiner et de la nature de l'outil utilisé. Les valeurs des avances ; appelées avances de base a_b ; sont données entre deux limites et l'avance considérée sera la moyenne des avances. L'avance réelle r sera celle disponible sur la machine telle que

c) Vitesse de coupe

La méthode utilisée pour la détermination de la vitesse de coupe sera celle relevée sur le manuel : GAMME D'USINAGE ET ANALYSE DE FABRICATION DE J. KARR (collection Dunos). Cette méthode consiste tout d'abord à choisir la vitesse de coupe de base V_b ; la valeur de la vitesse V_b est donnée dans un tableau (page 115) en fonction du métal à usiner et de la nature de l'outil employé. A cette vitesse V_b est appliqué des coefficients de correction convenables suivant les différents facteurs principaux à considérer ; les valeurs de ces coefficients sont également données à la même page.

Voici les différents coefficients de correction :

K1 : Coefficient relatif au procédé ou au genre d'outil.
K2 : " " au travail (demi-finition ou finition).
K3 : " " à la vitesse économique.
K4 : " " à la matière avec croûte.
K5 : " " au travail lubrifié.

La vitesse corrigée V_c sera :

$$V_c = V_b \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$$

Le nombre N de tours par minutes correspondant à V_c pour une pièce de diamètre D sera : $N = \frac{1000 \times V_c}{\pi \times D}$

La vitesse de rotation réelle N_r sera celle disponible sur la machine telle que $N_r \leq N$; d'où le calcul de la vitesse linéaire réelle V_r :

$$V_r = \frac{\pi \times D \times N_r}{1000}$$

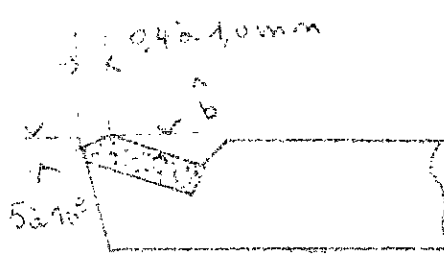
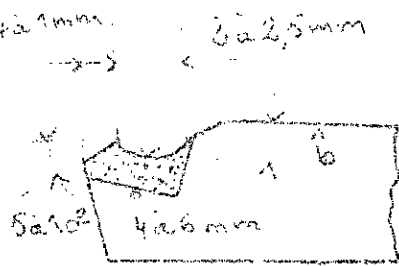
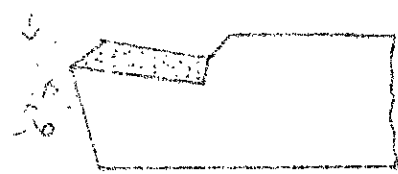

2°) Méthode d'exploitation du chapitre.

Les calculs ne seront détaillés que pour certaines opérations typiques et ceci pour chaque procédé d'usinage. Nous choisirons des exemples d'opérations dont nous détaillerons les calculs et préciserons : les machines utilisées, les outils (leurs natures, nuances et géométrie).

NOTA : Ces dernières données sont relevées des polycopiés cités précédemment.

Pour chaque pièce et pour chaque opérations nous résumerons tous les régimes de coupe sous forme de tableaux.

- 8 -
FORME DES FACES D'ATTAQUE

FORME	CROQUIS	CHAMPS D'UTILISATION
<p>I - Plaque avec chanfrein</p>		<p>tous les outils Pour les aciers</p>
<p>II - de rayon avec chanfrein</p>		<p>tournage extérieur et intérieur des aciers. les creux facilitent l'écoulement des copeaux</p>
<p>III - Plaque négative</p>		<p>tournage d'ébauche extérieur et intérieur des aciers à haute résistance ($R = 100 \text{ kgf/mm}^2$)</p>
<p>IV - Plaque sans chanfrein</p>		<p>tous les outils Pour les fontes</p>

- 28 -
CALCUL DES REGIMES DE COUPE
DU PISTON

PHASE 10 : TOURNAGE

Exemple : opération 1 011. Dressage demi-finition

$P = 0,9 \text{ mm}$ $V_c = 220 \text{ m/mn}$
 $K_1 = 0,9$ $K_2 = 1,3$ $K_3 = 1,3$ $K_4 = 0,8$ $K_5 = 1$
d'où : $V_c = 220 \times 0,9 \times 1,3 \times 1,3 \times 0,8 = 267,6 \text{ m/mn}$

$N = \frac{1\ 000 \times V_c}{\pi \times D} = \frac{1\ 000 \times 267,6}{3,14 \times 82} = 1\ 039 \text{ tr/mn}$

$N = 1\ 000 \text{ tr/mn}$ disponible sur la machine

$V = \frac{\pi \times D \times N}{1\ 000} = \frac{3,14 \times 82 \times 1\ 000}{1\ 000} = 257 \text{ m/mn}$

$V_r = 257 \text{ m/mn}$

- 1- tour 16 K 20
- 2- outil en C.M. (TH 10), forme 4 (voir schéma)
- 3- géométrie de l'outil $C = 90^\circ$ $a = 10^\circ$ $b = 5^\circ$
 $r = 1 \text{ mm}$
- 4- $a_{t_1} = 0,21$ à $0,31 \text{ mm/tr}$ $r = 0,25 \text{ mm/tr}$
- 5- $D_a = 90 \text{ mm}$

PHASE 50 : TOURNAGE

Exemple : opération 5 012 alésage demi-finition

$P = 0,18 \text{ mm}$ $V_b = 9 \text{ m/mn}$ $N = \frac{1\ 000 \times 9}{3,14 \times 22} = 130,2$

$N_r = 125 \text{ tr/mn}$ $V_r = 8,6 \text{ m/mn}$

$a_b = 1,2$ à $3,5 \text{ mm/tr}$ $r = 2 \text{ mm/tr}$

- 1- tour revolver 1 K 36
- 2- outil : alésoir en C.M. $D = 21,93 \text{ mm}$
- 3- $D_a = 180 \text{ mm}$

PHASE 80 : FRAISAGE

Exemple :

$V_b = 130 \text{ m/mn}$ $K_1 = K_2 = 1$ $K_3 = 0,2$ $K_4 = 1,5$ $K_5 = 1,3$

$V_c = 130 \times 0,2 \times 1,5 \times 1,3 = 50,7$

$N = \frac{1\ 000 \times 50,7}{3,14 \times 100} = 161,4$ $N_r = 160 \text{ tr/mn}$

$V_r = 50,2 \text{ m/mn}$

- 1- fraiseuse universelle H.E.S Z 3
- 2- fraise en A.R.S $D = 100 \text{ mm}$ $n = 25 \text{ dents}$
 $e = 2,5 \text{ mm}$
- 3- $a_b = 0,1$ à $0,05 \text{ mm:dent}$ $r = 200 \text{ mm/mn}$
 $D_a = 180 \text{ mm}$.../...

PHASE 100 : RECTIFICATION

Exemple : opération 10011 ébauche

$P = 0,3 \text{ mm}$ $Nr = 1\ 860 \text{ tr/mn}$ $Vr = 2\ 044 \text{ m/mn}$

$r = 0,003 \text{ mm/tr}$

- 1- outil : meule plate forme 1 (TYROLIT)
- 2- nuance 1 C 462 K 5 V
- 3- DIMENSIONS 350-80-127
- 4- Rectifieuse cylindrique modèle 3 130

TABLEAU DENOMINATIF DES PHASES LORS
DE L'USINAGE DU PISTON

N° PHASE	DENOMINATION	N° OPERATION	DENOMINATION	Pmm	I
10	Tournage	1 011	Dressage 1/2 finition	0,9	1
		1 012	Dressage 1/2 finition	0,3	1
		1 013	Charioter 1/2 finition	2	1
		1 014	" " finition	0,5	1
		1 015	Chanfreiner		1
20	Tournage	2 011	Centrer		1
30	Tournage	3 011	Dresser	1	1
		3 012	Charioter	0,8	1
		3 013	Charioter	0,4	1
40	Tournage	4 011	Rainurer		1
50	Tournage	5 011	Défoncer		1
		5 021	Chanfreiner		1
		5 022	Aleser		1
		5 023	Aleser finition		1
60	Tournage	6 011	Rainurage	1	1
		6 012	" "	1	1
70	Perçage		Perçage		15
80	Fraisage		fraisage		2
90	Fraisage		" "		2
100	Rectification	10 011	Ebauche	0,3	1
		10 012	1/2 Finition	0,22	1
		10 013	Finition	0,145	1
110	TOURNAGE	11 011	Dresser		1
		11 12	Dresser finition	0,3	1
		11 13	Chanfrei- ner		1

TABEAU RECAPITULATIF DES REGIMES
DE COUPE DU PISTON

PHASE	OPERA- TION	a _D mm/tr	a _R mm/tr	V _D m/mn	V _R m/mn	N _R tr/mn
10	1 011	0,21 - 0,31	0,25	220	257	1 000
	1 012	0,14 - 0,25	0,20	220	321,8	1 250
	1 013	0,29 - 0,36	0,30	220	150,3	630
	1 014	0,14 - 0,25	0,15	220	381,8	1 600
	1 015	" "	" "	" "	" "	" "
20				110	20	1 600
30	3 011	0,17 - 0,26	0,25	220	257	1 000
	3 012	0,21 - 0,31	0,25	220	257,4	1 000
	3 013	0,14 - 0,25	0,20	220	411,9	1 600
40			0,05	220	81,1	315
50	5 011	0,5-1,5	0,8	220	69	1 000
	5 021	" "	" "	" "	" "	" "
	5 022	1,2-3,5	2	9	8,6	125
	5 023	1,2-3,5	2,4	8	6,9	100
60			0,05	220	69	1 000
70		0,20	0,17	110	16,9	1 800
80		0,01 - 0,005mm/ d	200 mm/mm	130	50,2	160
90		" "	" "	" "	" "	" "

100	10 011		0,003		2 044	1 860
	10 012		0,001		" "	1 860
	10 013		0,001		" "	" "
110	11 011	0,17 - 0,26	0,25	220	251,2	1 000
	11 012	0,12 - 0,21	0,15	" "	314	1 250
	11 013	" "	" "	" "	" "	" "

TABLEAU DENOMINATIF DES OPERATIONS

LORS DE L'USINAGE DE LA BIELLE

N° PHASE	DENOMINATION	N° OPERATION	DENOMINATION	P m m	i
10	FRAISAGE	1011	fraisage 1/2 finition	1,25	1
		1012	" "	"	"
		1021	" "	"	"
		1022	" "	"	"
20	PERÇAGE	2011	perçage ébauche		1
		2012	Défonçage		1
		2013	alésage		1
		2014	chanfreinage		1
		2021	"		"
30	FRAISAGE	3011	ébauche	2,5	1
		3012	finition	0,5	1
		3021	ébauche	3	1
40	RECTIFICATION	4011	ébauche	0,3	10
		4012	finition	0,2	10
50	PERÇAGE		1/2 finition		1

60	FRAISAGE		finition		2
70	PERÇAGE		1/2 finition		1
80	PERÇAGE	8011	Défonçage		1
		8012	Perçage		1
		8013	"		"
90	FRAISAGE				1
100	PERÇAGE				1
110	RECTIFICATION	11011	ébauche	0,2	5
		11021	ébauche	0,2	5
120	PERÇAGE	12011	alésage		
		12021	chanfreinage		
130	RECTIFICATION	13011	ébauche	1,6	20
		13012	finition	0,45	15
		13021	finition	0,05	5
140	FRAISAGE			6	1
150	PERÇAGE	15011	alésage ébauche		1
		15012	alésage 1/2 finition		1
		15013	" " finition		1
		15021	chaufreinage		1
160	PERÇAGE	16011	alésage ébauche		1
		16012	" 1/2 finition		1
		16021	chanfreinage		1
170	RODAGE			0,05	50

REGIMES DE COUPE LORS DE
L'USINAGE DE LA BIELLE

PHASE 40 : RECTIFICATION

exemple : Opération 4011 (ébauche)

- Rectifieuse plane modèle 371 M

$$N_{\text{meule}} = 2870 \text{ tr/mn}$$

- $P = 0,3 \text{ mm}$ $i = 10$

- Surface de la table = 600×200

- Nombre de pièces qu'on peut mettre : $m = 7$

- Vitesse de translation de la table $v_t = 9 \text{ m/mn}$

- Outil : meule TYROLIT 87 A 36 J 7 V

- Meule boisseau forme 11

- Géométrie : 150 - 50 - 32 - 10
 D - T - H - W

D = diamètre , T = épaisseur , H = alésage

W = épaisseur du bout

PHASE 60 : FRAISAGE EN BOUT ET CYLINDRIQUE

- Fraiseuse universelle H.S.S modèle Z 3
on a :

- Fraisage cylindrique : $a_b = 0,1 \text{ à } 0,15 \text{ mm/dent}$
 $v_b = 53 \text{ m/mn}$

- Fraisage en bout : $a_b = 0,06 \text{ à } 0,1 \text{ mm/dent}$
 $v_b = 50 \text{ m/mn}$

Nous prenons le minimum des avances dont c'est le fraisage en bout et en choisit la vitesse qui est celle de la fraise la plus défavorisée ; donc les régimes seront ceux de fraisage en bout.

$$V_c = 50 \text{ m/mn} \quad N = \frac{1000 \times 50}{3,14 \times 75} = 212$$

$$\underline{N_r = 200 \text{ tr/mn}}$$

$$\underline{V_r = 47,1 \text{ m/mn}}$$

$$a_b = 0,06 \text{ à } 0,1 \text{ mm/dent} \quad \underline{a_r = 0,069 \text{ mm/dent}}$$

- outil : 3 fraises en A R E S

a) 2 " D = 75 mm $n_1 = 9$ dents

b) 1 " D = 50 mm largeur 41 mm

c) $D_a = 180$ mm $n_2 = 7$ dents

Remarque : les fraises normalisées choisies seront rectifiées pour aboutir aux côtes désirées.

PHASE 70 : PERÇAGE 2 trous de bielle

Perceuse radiale G S F à tête multibroche

$$V_b = 12 \text{ m/mn} \quad K_1 = 0,7 \quad K_2 = 1,3 \quad K_3 = 1,3 \quad K_4 = K_5 = 1$$

$$V_c = 12 \times 0,7 \times 1,3 \times 1,3 = 14,1$$

$$N = \frac{1000 \times 14,1}{3,14 \times 9,7} = 462,9 \quad \underline{N_r = 450 \text{ tr/mn}}$$

$$\underline{V_r = 13,7 \text{ m/mn}}$$

$$a_b = 0,25 \text{ mm/tr} \quad \underline{a_r = 0,25 \text{ mm/tr}}$$

outil : 2 forêt en A R O D = 9,7 mm

PHASE 110 : Rectification

Exemple : Opération 22022 (ébauche)

- Rectifieuse plane modèle 371 M

$$N_{meule} = 2870 \text{ tr/mn}$$

- P = 0,2 mm i = 5

- $v_t = 9 \text{ m/mn}$ avances a = 48 mm/mn

- Surface de la table = 600 x 200

- Nombre de pièces qu'on peut mettre : m = 9

- Outil : meule TYROLIT 50 A 36 J 7 AV

meule plate norme 1. 350 - 80 - 127

PHASE 160 : PERÇAGE

Exemple : Opération 16011 (alésage ébauche + chanfreinage)

- Perceuse fraiseuse à commande numérique Fkr SRS.

$$V_c = 8 \text{ m/mn} \quad N = 47 \text{ tr/mn} \quad \underline{N_r = 40 \text{ tr/mn}}$$

$$a_b = 1 \text{ à } 2 \text{ mm/tr} \quad \underline{a_r = 1 \text{ mm/tr}} \quad \underline{V_r = 6,7 \text{ m/mn}}$$

- Outil en C.M D = 54,75 mm

- $D_a = 90 \text{ mm}$

PHASE 170 : RODAGE

- Machine à roder modèle 3 A 83

- Vitesse de va et vient de la broche $V_v = 14 \text{ m/mn}$

- $V_b = 35 \text{ m/mn}$

$$N = \frac{35 \times 1000}{3,14 \times 55} = 202$$

$$\underline{N_r = 200 \text{ tr/mn}}$$

$$\underline{V_r = 34,5 \text{ m/mn}}$$

- $a_r = 0,001$ mm/battement (avance radiale)

- Outils : 4 diabolos 1C280 - 40065 VT 1

- géomètre : 8 x 6 x 80

B - C - L

L = longueur B = largeur C = épaisseur .

TABLEAU RECAPITULATIF DES REGIMES
DE COUPE DE LA BIELLE

N° PHASE	N° OPERATION	ab mm/tr	ar mm/tr	vb m/mm	vr m/mm	Nr tr/mm
10	1011	1,3	1,25	19	12,5	50
	1012	"	"	"	"	50
	1021	"	"	"	"	50
	1022	"	"	"	"	50
20	2011	0,40	0,40	12	6	90
	2012	"	"	140	164,9	2260
	2013	0,6	0,6	9	8,8	120
	2014	0,6	0,6	140	190,6	2530
	2021	"	"	"	"	"
30	3011	1,04	1	19	9,8	50
	3012	3,6	3,125	19	31,6	160
	3021	1,12	1	"	9,8	50
40	4011	3,13	3,13		1351,7	2870
	4011	"	"		"	"
50		1,05	0,5	140	108,5	640
60		0,72	0,625	50	47,1	200
70		0,25	0,25	12	13,7	450

80	8011	0,16	0,16	12	16,2	740
	8012	0,05	0,05	12	14,8	3150
	8013	0,1	0,1	12	16,1	1030
90		1,23	1,25	19	5	32
100		0,4	0,5	9	7	224
110	11011		0,016		3154,1	2870
	11021		0,016		3154,1	2870
120	12011	1,3	1,3	140	189,9	1080
	12021	"	"	"	"	1080
130	13011				3154,1	2870
	13012				"	"
	13021				"	"
140		1,76	1,56	19	6,5	32
150	15011	1,15	0,8	8	7,9	120
	15012	1,15	1	8	7,5	110
	15013	1,15	0,8	8	7,5	110
	15023	1,15	0,8	8	7,9	120
160	16011	1,5	1	8	6,7	40
	16012	2	2	"	"	"
	16021	"	"	"	"	"
170			0,001 mm /batt.	35	34,5	200

REGIMES DE COUPE LORS DE

L'USINAGE DU CHAPEAU

L'usinage du chapeau de bielle se fait simultanément avec la bielle. De ce fait il n'est pas intéressant de prévoir une gamme d'usinage. Les régimes de coupe sont les mêmes, nous ferons uniquement la correspondance entre les N° des opérations de la bielle et du chapeau.

N° PHASE BIELLE	CORRESPONDANCE	N° PHASE CHAPEAU
10		10
30		20
40		30
70		40
90		50

TABEAU DENOMINATIF DES OPERATIONS
LORS DE L'USINAGE DU CHAPEAU

N° PHASE	DENOMINATION	N° OPERATION	DENOMINATION	P m m i	
10	FRAISAGE	1011	fraisage 1/2 finition	1,25	1
		1021	" "	"	"
20	FRAISAGE	2011	ébauche	2,5	1
		2012	finition	0,5	1
30	RECTIFICATION	3011	ébauche	0,3	10
		3012	finition	0,2	10
40	PERÇAGE				1
50	FRAISAGE				1

TABLEAU RECAPITULATIF DES
REGIMES DE COUPE DU CHAPEAU

N° PHASE	N° OPERATION	ab mm/tr	ar mm/tr	Vb n/mm	Vr n/mm	Nr tr/mm
10	1011	1,3	1,25	19	12,5	50
	1021	1,3	"	"	"	"
20	2011	1,04	1	19	9,8	50
	2012	3,6	3,125	19	31,6	160
30	3011	3,13	3,13		1351,7	2870
	3012	3,13	"		"	"
40		0,25	0,25	12	13,7	450
50		1,23	1,25	19	5	32

TABEAU DENOMINATIF DES OPERATIONS
LORS DE L'USINAGE DE L'AXE

N° PHASE	DENOMINATION	N° OPERATION	DENOMINATION	P mm	i
10	Sciage				1
20	Rectification		ébauche	1	1
30	"		"	"	"
40	"		1/2finition	0,7	1
50	Tournage	5011	ébauche	1	1
		5012	dressage	1	1
		5021	dressage	1	1
60	tournage	6011	ébauche	2	1
		6021	"	"	"
70	Tournage	7011	chanfreinage		
		7021	"		
80	Rectification		finition	0,3	1

REGIMES DE COUPE LORS DE

L'USINAGE DE L'AXE

PHASE 10 : SCIAGE

- machine à scier saturne T

 $V_b = 19 \text{ m/mn}$ $K_1 = 0,2$ $K_2 = K_3 = K_5 = 1$ $K_4 = 0,8$

$V_c = 19 \times 0,2 \times 0,8 = 3,4$ $N = \frac{1000 \times 3,4}{3,14 \times 300} = 3,6$

$N_r = 208 \text{ tr/mn}$

$V_r = 195,9 \text{ m/mn}$

- Scie en A R E S $D = 300 \text{ mm}$ $n = 21 \text{ dents}$

$D_a = 180 \text{ mm}$

PHASE 20 : Rectification

- Rectifieuse centerless modèle 3184

- N_{MT} (meule de travail) = 1300 tr/mn

$P = 1 \text{ mm}$

- N_{ME} (" d'entraînement) = 20 tr/mn.

- $V_r = 1020,5 \text{ m/mn}$

- meule de travail : 250 × 100 × 127

- " d'entraînement : 170 × 100 × 127

meules TYROLIT plates forme 1.

57 A C 462 Q U 4 B

$a = 3,14 \times D_{ME} \times N_{ME} \times \text{Sin} \mu \times N = 3,14 \times 170 \times 20 \times \text{Sin } 3^\circ$

$a = 558 \text{ mm/mn}$

où $\mu = 3^\circ$ (angle d'inclinaison de la meule d'entraînement)

$\mu = 1$ (facteur de glissement)

TABLEAU RECAPITULATIF DES REGIMES

AXE

N° PHASE	N° OPERATION	a b mm/tr	ar mm/tr	V _b	V _r	N _r
10				19	195,9	208
20			558 mm/min		1020,5	1300
30			"		"	"
40			"		"	"
50	5011	0,46	0,40	140	98,1	1250
	5012	0,175	0,175	140	125,6	1600
	5021	"	"	"	"	"
60	6011	0,46	0,467	140	98,1	1250
	6021	"	"	"	"	"
70	7011	0,175	0,175	"	125,6	1600
	7021	"	"	"	"	"
80			558 mm/min		1020,5	1300

CHAPITRE QUATRIEME

TEMPS D'EXECUTION

I) Temps de coupe

Dans le chapitre précédent nous avons calculé tous les régimes de coupe ce qui nous permettra de calculer les temps de coupe.

Le temps de coupe (ou temps machine) T_c est le temps nécessaire à la machine pour effectuer une opération.

Dans ce chapitre les calculs des temps de coupe ne seront détaillés que pour certaines opérations.

Nous préciserons que les formules utilisées ont été relevées de manuels soviétiques.

II) Calcul des temps de coupe du piston.

exemple PHASE 10 . Opération 1011 dressage

$$P = 0,9 \text{ mm} \quad a = 0,25 \text{ mm/tr} \quad N = 1000 \text{ tr/mn} \quad i = 1$$

$$T_c = \frac{l + l_1 + l_2}{a \times N} \times i$$

l = longueur à usiner

$$l = 3 \text{ mm}$$

l_1 = engagement

$$l_1 = \frac{P}{\text{tgc}} + (0,5 \text{ à } 2) \text{ mm}$$

l_2 = dégagement

$$l_2 = 0,5 \text{ à } 2 \text{ mm}$$

l_1 est calculer ou lu en fonction de P et \hat{C} dans des tables.

$$\text{on aura : } T_c = \frac{3 + 1,9 + 1}{0,25 \times 1000} \times 1 \quad T_c = 0,02 \text{ mn}$$

PHASE 50 : Opération 5011 défonçage

$$a = 0,8 \text{ mm/tr} \quad N = 1000 \text{ tr/mn} \quad i = 1 \quad l = 82,4 \text{ mm}$$

$$T_c = \frac{l + l_1 + l_2}{a \times N} \times i \quad l_1 = \frac{D - d}{2} \text{ ctg } \alpha + (0,5 \text{ à } 2) \text{ mm}$$

D = diamètre à usiner d = diamètre du forêt

α = angle de pointe $l_2 = 1 \text{ à } 3 \text{ mm}$

$$\underline{T_c = 0,11 \text{ mn}}$$

PHASE 100 : Rectification en plongée (ébauche)

$$P = 0,3 \quad a = 0,003 \text{ mm/tr} \quad N_p = 60 \text{ tr/mn}$$

$$T_c = \frac{P}{a \times N_p} \times k \quad k = 1,2 \text{ à } 1,5$$

on prend $K = 1,25$

$$\underline{T_c = 2,08 \text{ mn}}$$

TABEAU RECAPITULATIF DES
TEMPS DE COUPE PISTON

N° PHASE	N° OPERATION	T _c (mn)
10	1011	0,02
	1012	0,02
	1013	0,02
	1014	0,02
	1015	0,02
20		0,08
30	3011	0,12
	3012	0,38
	3013	0,30
40		0,38
50	5011	0,11
	5021	0,11
	5022	0,33
	5023	0,34
60		0,08
70		0,04
80		1,06
90		0,38
100	10011	2,08
	10012	4,58
	10013	3,02

110	11011	0,1
	11012	0,23
	11013	0,01

II) Calcul des temps de coupe bielle

Exemple : PHASE 10 . Opération 1011 (fraisage)

$$P = 1,25 \text{ mm} \quad N = 50 \text{ tr/mn} \quad a = 1,25 \text{ mm/tr} \quad i = 1$$

$$T_c = \frac{l + l_1 + l_2}{a \times N} \quad l = 35 \text{ mm (longueur à usiner)}$$

$$l_2 = 1 \text{ à } 6 \text{ mm} \quad l_1 = \sqrt{P(D-b) + (0,5+3)} \text{ mm}$$

$$D = \text{diamètre fraise} \quad b = 85 \text{ (largeur d'usinage)}$$

l_1 est lu sur des tables en fonction de P et D
ou bien on le calcule.

$$\underline{T_c = 0,74 \text{ mn}}$$

PHASE 40 : Opération 4011 rectification (ébauche)

$$T_c = \frac{l + l_1 + l_2}{v_t \times 1000} \times \frac{h}{p} \times \frac{1}{m} \times k \quad v_t = 9 \text{ m/mn}$$

$$l = \text{longueur total des pièces} \quad m = 7 \text{ (calculé)}$$

$$l_2 = 5 \text{ à } 10 \text{ mm} \quad k = 1,4$$

$$h = 0,3 \text{ mm} \quad \text{surépaisseur totale à enlever}$$

$$P = 0,03 \text{ mm} \quad \text{profondeur de passe}$$

$$l_1 = 0,5 \left(D - \sqrt{D^2 - L_p^2} \right)$$

$$D = \text{diamètre meule} = 150 \text{ mm} \quad \underline{T_c = 0,13 \text{ mn}}$$

$$L_p = \text{largeur pièce} = 32,5$$

PHASE 110 : Opération 11011 (rectification plane)

$$T_c = \frac{l + l_1 + l_2}{v_t \times 1000} \times \frac{B_p + B_M + 5}{0,6 B_M} \times \frac{h}{p} \times \frac{1}{m} \times k$$

$$B_p = \text{longueur pièce} = 200 \text{ mm}$$

$$B_M = \text{épaisseur moule} = 80 \text{ mm}$$

$$l + l_1 + l_2 = \text{longueur table} = 600 \text{ mm}$$

$$v_t = 9 \text{ m/mn} \quad h = 0,2 \quad P = 0,04 \quad k = 1,3$$

$$\underline{T_c = 0,28 \text{ mn}}$$

PHASE 170 : RODAGE

$$T_c = \frac{h}{axn}$$

$$h = 0,05 \text{ mm} \quad a = 0,001 \text{ mm/batt}$$

$$n = \frac{V_v \times 1000}{2(l + 2l_e + l_d)}$$

$$l_e = \text{engagement} = 25 \text{ mm}$$

$$V_v = \text{vitesse de va et vient} = 14 \text{ m/mn}$$

$$n = \text{nbre de battement}$$

$$l = \text{longueur d'usinage} = 32 \text{ mm}$$

$$l_d = \text{longueur du diabololo} = 80 \text{ mm}$$

$$\underline{T_c = 1,15 \text{ mn}}$$

TABLEAU DES TEMPS DE COUPE

BIELLE

N° PHASE	N° OPERATION	T _c (mn)
10	1011	0,74
	1012	0,81
	1021	0,74
	1022	0,81
20	2011	1,09
	2012	0,03
	2013	0,46
	2014	0,01
	2021	0,01
30	3011	2,05
	3012	0,19
	3021	0,72
40	4011	0,13
	4012	0,15
50		0,14
60		1,10
70		0,23
80	8011	0,05
	8012	0,09
	8013	0,10

90		0,22
100		0,44
110	11011	0,28
	11021	0,28
120	12011	0,02
	12021	0,01
130	13011	1,14
	13012	1,03
	13021	0,35
140		0,14
150	15011	0,36
	15012	0,31
	15013	0,21
	15021	0,01
160	16011	0,95
	16012	0,47
	16021	0,01
170		1,15

III) Calcul des temps de coupe Axe

Exemple : PHASE 20 : Rectification sans centre

$$T_c = \frac{l_p \times m + B_{M^e} \times i \times k}{a \times m}$$

l_p = longueur pièce = 90

m = nombre de pièce par série = 300

B_{M^e} = épaisseur meule d'entraînement = 100

$k = 1,1$ $a = 558 \text{ mm/mn}$ $i = 1$

$$\underline{T_c = 0,18 \text{ mn}}$$

TEMPS DE COUPE AXE

N° PHASE	N° OPERATION	T _c (mn)
10		1,22
20		0,18
30		0,18
40		0,18
50	5011	0,19
	5012	0,03
	5021	0,03
60	6011	0,06
	6021	0,06
70	7011	0,01
	7021	0,01
80		0,18

IV) Temps de coupe chapeau de bielle

N° PHASE	N° OPERATION	T _c (mn)
10	1011	0,74
	1021	0,81
20	2011	2,09
	2012	0,19
30	3011	0,13
	3012	0,15
40		0,29
50		0,22

TEMPS TOTAL D'EXECUTION

Nous avons vu que le temps de coupe est le temps principal, mais pour calculer le temps nécessaire à la fabrication, il faut encore tenir compte des temps suivants :

1 - Les temps d'arrangement T_a (ou temps de préparation)

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

2 - Les temps manuels T_m

Ce sont les temps qu'il faut pour mettre en place la pièce, son serrage, l'approche par l'outil, les contrôles, les réglages, les serrages et desserrage .

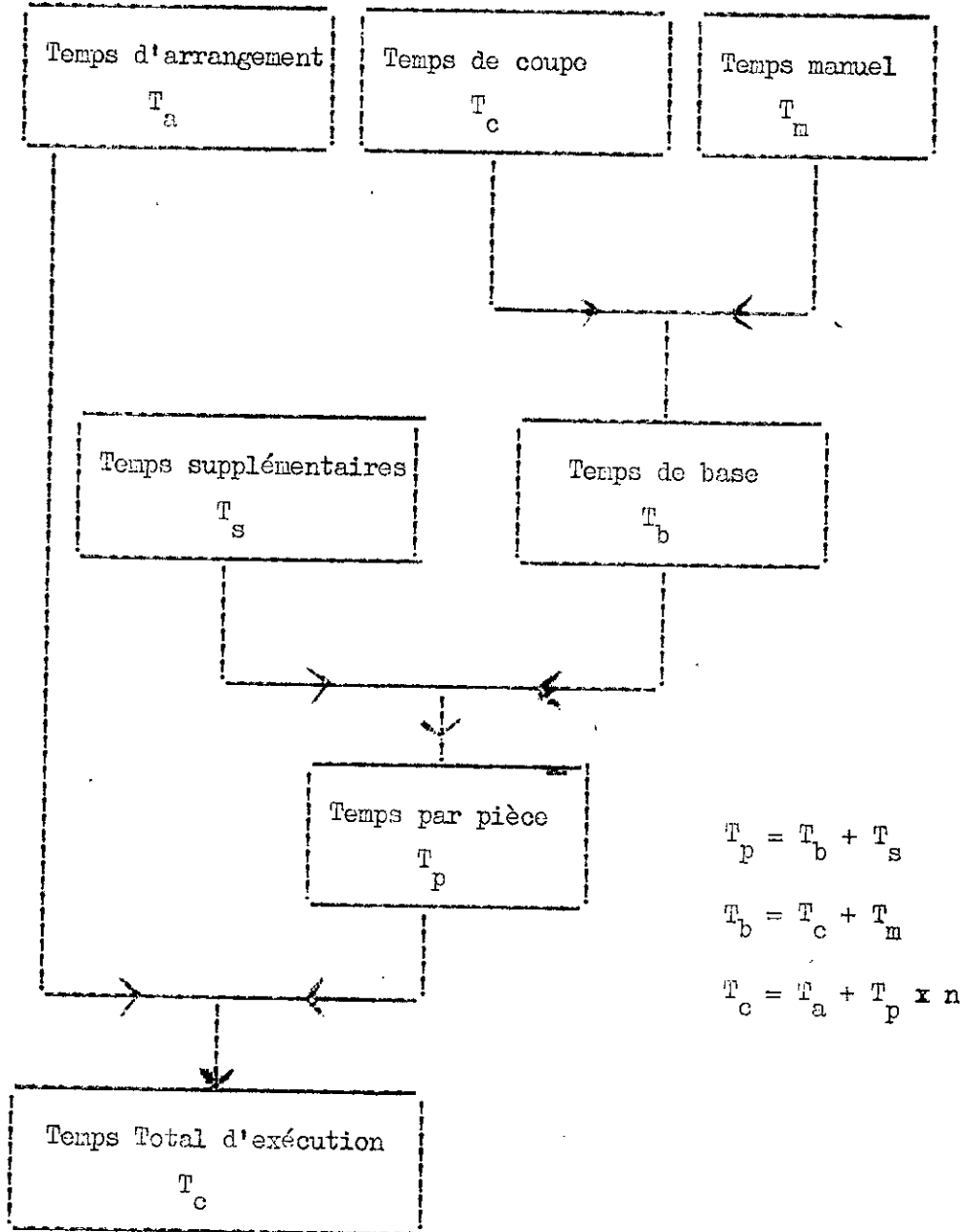
3 - Les temps supplémentaires de perte T_s

C'est les temps nécessaires au nettoyage, les graissages, les contrôles supplémentaires etc... Il varie de 6 à 15 % du temps de base T_b

$$T_b = T_m + T_c$$

NOTA : Les temps T_a et T_m sont des temps expérimentaux relevés sur des tableaux fournis par W.GAUTHEY (organisation d'atelier. Calcul des prix. DUNOD)

SCHEMA DE DECOMPOSITION DU
TEMPS TOTAL D'EXECUTION



$$T_p = T_b + T_s$$

$$T_b = T_c + T_m$$

$$T_c = T_a + T_p \times n$$

TABLEAU RESCAPITULATIF DES TEMPS
D'EXECUTION DU PISTON

N° PHASE	Tc	Tm	Tb	Ts	Tp	Ta/300	Te
10	0,09	9,4	9,49	1,43	10,92	0,11	11,03
20	0,03	1,1	1,18	0,17	1,34	0,07	1,41
30	0,8	6,18	6,78	1,01	6,79	0,09	6,88
40	0,38	3,4	3,48	0,56	4,34	0,09	4,43
50	0,89	3,76	4,65	0,69	5,34	0,12	5,46
60	0,08	1,7	1,73	0,27	2,05	0,09	2,14
70	0,6	4,32	4,92	0,74	5,66	0,16	5,82
80	1,06	5,02	4,08	0,61	4,69	0,14	4,83
90	0,38	3,02	3,40	0,51	3,91	0,18	4,09
100	9,68	5,1	14,78	2,22	17	0,11	17,11
110	0,33	4,1	4,43	0,66	5,09	0,08	5,17

TABLEAU RECAPITULATIF

DES TEMPS D'EXECUTION DE LA BIELLE

N° PHASE	T. c	T. m	T. b	T. s	T. p	T. a/.300	T. e
10	3,10	10,8	13,9	2,08	15,98	0,10	16,08
20	1,59	2,8	4,39	0,66	5,05	0,20	5,25
30	2,96	4,7	7,66	1,15	7,81	0,13	7,93
40	0,28	1,2	1,48	0,22	1,70	0,14	1,84
50	0,14	2	2,14	0,32	2,46	0,15	2,61
60	1,10	5,7	6,80	1,02	7,82	0,20	8,02
70	0,23	1,5	1,73	0,26	1,99	0,10	2,09
80	0,24	1,8	2,04	0,31	2,35	0,11	2,46
90	0,22	3,7	3,93	0,59	4,52	0,10	4,62
100	0,44	2	2,44	0,36	2,80	0,10	2,91
110	0,56	2,3	2,86	0,43	3,29	0,07	3,36
120	0,03	2,4	2,43	0,36	2,79	0,09	2,88
130	2,54	2,4	4,94	0,74	5,68	0,07	5,75
140	0,14	3,7	4,74	0,71	5,45	0,10	5,55
150	0,89	2,6	3,49	0,52	4,01	0,10	4,11
160	1,43	2,4	3,83	0,57	4,40	0,09	4,49
170	1,15	2,6	3,75	0,56	4,31	0,14	4,45

TABLEAU RECAPITULATIF DES TEMPS
D'EXECUTION DU CHAPRAU DE BIELLE

N° PHASE	T _c	T _m	T _b	T _s	T _p	T _{a/300}	T _e
10	1,62	4,5	6,12	0,91	7,03	0,10	7,13
20	2,24	3,5	5,74	0,86	6,60	0,10	6,71
30	0,28	1,2	1,48	0,22	1,70	0,02	1,72
40	0,29	1,5	1,79	0,27	2,06	0,03	2,09
50	0,22	3,7	3,92	0,59	4,51	0,01	4,52

TABLEAU RECAPITULATIF DES TEMPS
D'EXECUTION DE L'AXE

N° PHASE	T _c	T _m	T _b	T _s	T _p	T _{a/300}	T _e
10	1,22	4,2	6,42	0,96	7,38	0,10	7,48
20	0,18	1	1,18	0,17	1,35	0,11	1,46
30	0,18	1	1,18	0,17	1,35	0,11	1,46
40	0,18	1	1,18	0,17	1,35	0,11	1,46
50	0,57	7,16	7,73	1,16	8,89	0,10	8,99
60	0,48	8,96	9,44	1,42	9,86	0,13	9,99
70	0,02	3,7	3,72	0,56	4,28	0,09	4,37
80	0,18	1,2	1,38	0,20	1,58	0,11	1,69

CHAPITRE CINQUIEME

Détermination du nombre de machines et leurs emplacements

I) Calcul du nombre de machines

1°) Calcul du nombre effectif de pièces

le nombre effectif de pistons à produire est donné par la relation suivante :

$$N_{eff} = N \times P_n \left(1 + \frac{k}{100}\right) \text{ où :}$$

N = nombre de produits à livrer = 1

P_n = nombre de pièces par produit = 1

k = coefficient de rebus = 0

D'où le nombre effectif de pistons à produire :

$$N_{eff} = 20.000 \times 1 (1 + 0) = 20.000$$

$$\underline{N_{eff} = 20.000 \text{ pièces par/an.}}$$

- Pour la bielle et le chapeau et pour certaines

Phases $\underline{N_{eff} = 40.000 \text{ pièces/an.}}$

car ces 2 pièces sont usinées simultanément.

Pour déterminer le nombre de machines dans ces cas on ajoute les temps d'exécution de la bielle et du chapeau correspondant aux mêmes phases.

2°) calcul du fond disponible.

le fond disponible est donné par la formule :

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

Z_0 = nombre de jours ouvrables = 300 j/an

K_s = nombre d'équipes = 1

β = coefficient de réparation = 5

H = 8 h / équipe . d'où :

$$F_d = 300 \times 1 \times 8 \times \left(1 - \frac{5}{100}\right) = 2280 \text{ h/an}$$

$$\underline{F_d = 135800 \text{ mn/an}}$$

3°) calcul du nombre théorique de machines.

il est donné par la relation suivante :

$$M_{th} = \frac{F_{nec}}{F_d} \quad \text{où :}$$

$$F_{nec} = \text{fond nécessaire} = T_e \times N_{eff}$$

T_e = temps d'exécution dans la phase considérée.

le nombre de machines réel M_r sera le nombre entier supérieur à M_{th} .

Nombre de machines nécessaires à l'exécution du piston.

N° Phase	Phase	Time min.	Fd mm	M _{tr}	M _n
10	Tournage	220600	135800	1,61	1
20	" "	22200	" "	0,20	1
30	" "	137600	" "	1,00	1
40	" "	88600	" "	0,64	1
50	" "	109200	" "	0,79	1
60	" "	42800	" "	0,31	1
70	Perçage	116400	" "	0,85	1
80	fraisage	35600	" "	0,70	1
90	" "	81800	" "	0,59	1
100	Rectification	342200	" "	2,50	3
110	Tournage	103400	" "	0,75	1

Nombre de machines nécessaires à l'exécution de la Bielle
et du chapeau de Bielle.

N° Phase	Phase	Frac. mm.	F _d mm	M _{te}	M _n
10	Fraisage	968400	136800	7,07	8
20	Perçage	105000	" "	0,76	1
30	fraisage	585600	" "	4,28	5
40	Rectification	142400	" "	1,04	2
50	Perçage	26100	" "	0,19	1
60	fraisage	80300	" "	0,58	1
70	Perçage	167200	" "	1,22	2
80	Perçage	49200	" "	0,35	1
90	fraisage	366000	" "	2,57	3
100	perçage	58200	" "	0,42	1
110	Rectification	67200	" "	0,49	1
120	Perçage	57600	" "	0,42	1
130	Rectification	115000	" "	0,84	1
140	fraisage	111000	" "	0,81	1
150	Perçage	82200	" "	0,60	1
160	Perçage	89800	" "	0,65	1
170	Rodage	89000	" "	0,65	1

Nombre de machines nécessaires à l'exécution de l'axe

N° Phase	Phase	F _{max} mn.	F _d mn.	M _{tr}	M _r
10	sciage	149600	136800	1,09	2
20	Rectification	89200	" "	0,21	1
30	" "	" "	" "	"	1
40	" "	" "	" "	"	1
50	tournage	179800	" "	1,31	2
60	" "	199800	" "	1,46	2
70	" "	87400	" "	0,63	1
80	Rectification	33800	" "	0,24	1

II) Emplacements des machines.

Nous avons deux sections: une section pour l'usinage de la bielle et du chapeau de bielle, une autre section pour l'usinage du piston et de l'axe.

L'implantation des machines dans nos 2 sections est déterminée en respectant:

- les normes donnant les dimensions des sections
- " " " " " " entre les murs et les machines d'une part et les machines entre elles d'autre part.
- les encombrements des machines.

Le plan des sections dessiné à l'échelle 1/100 est joint dans la chemise.

calcul d'outillages

Dans ce chapitre nous n'allons pas calculer tout l'outillage nécessaire à la réalisation du programme annuel nous nous limitons aux calculs de quelques outils tranchants et abrasifs nécessaires au programme annuel pour certaines phases.

I) Calcul du nombre d'outils tranchants.

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

$$J_t = \frac{T_c \times N_{eff}}{D_a (r+1)(1-K_c)} \quad \text{où :}$$

J_t = nombre d'outils tranchants nécessaires au programme annuel dans la phase considérée.

N_{eff} = Nombre de pièces à produire.

T_c = temps de coupe

D_a = durée entre 2 réaffûtages.

r = nombre de réaffûtages.

K_c = coefficient qui tient compte des cassures de l'outil.

($K_c = 0,30$ pour les outils ébaucheurs et $0,1$ pour les outils finisseurs).

Exemple : phase 60, Fraîsage cylindrique et en bout (lièb).

on a:

$$T_c = 1,10 \text{ mn} \quad N_{\text{eff}} = 10.000 \quad D_a = 180 \text{ mm} \quad \lambda = 6 \quad K_c = 0,1$$

$$J_t = \frac{1,10 \times 10.000}{180(6+1)(1,01)} = 9,70 \Rightarrow J_t = 10$$

or nous avons 3 fraises donc $J_t = 30$ fraises.

4) Calcul du nombre d'outils abrasifs.

la formule donnant le nombre d'outils abrasifs est la suivante:

$$J_a = \frac{T_c \times N_{\text{eff}}}{T_a} \quad \text{où:}$$

T_a = durée de vie de l'outil abrasif.

$$T_a = (D_i^2 - D_u^2) (1 - K_c) \sqrt{T} / \Psi$$

D_i = diamètre initial de la meule.

D_u = diamètre de la meule usée.

T = épaisseur de la meule.

Ψ = coefficient empirique.

K_c = coefficient qui tient compte des cassures de la meule.

Exemple: phase 100: Rectification en plongée (PISTON).

on a dans notre cas: $D_i = 350$ $D_u = 250$ $T = 80$ $T_c = 968$

$K_c = 0,1$ $\Psi = 954$ (relève sur des tableaux en fonction du diamètre de la meule).

$$\text{D'où: } T_a = (350^2 - 250^2) (1 - 0,1) \sqrt{80} / 954 = 506,27 \text{ mn}$$

$$\text{nous aurons: } J_a = \frac{968 \times 20.000}{506,27} = 388,4 \quad \underline{J_a = 383 \text{ meules}}$$

III, Verifications des puissances des machines outils

Dans ce paragraphe nous allons vérifier à l'aide de formules empiriques si les puissances des machines choisies conviennent ou non aux régimes de coupe imposés.

Si la puissance de la machine choisie est inférieure à la puissance calculée c'est à dire celle développée par la coupe; nous opterons pour une autre machine plus puissante que la précédente.

Nous nous limiterons uniquement aux cas les plus défavorables.

Exemple: Phase 10 (bielle) fraisage en bout

La puissance est donnée par la formule suivante:

$$P = 42,4 \times 10^{-5} \times p \times a^{0,75} \times B^{1,1} \times N^{0,8} \times \frac{z}{D^{0,3}}$$

où :

P = puissance en KW

p = profondeur de passe en mm

a = avance par dent

B = largeur de fraisage

N = vitesse en tr/min

z = nombre de dents

D = diamètre de la fraise

Dans notre cas on a: $a = 0,125 \text{ mm/dent}$ $p = 1,25 \text{ mm}$

$B = 88 \text{ mm}$ $N = 50 \text{ tr/min}$ $D = 100 \text{ mm}$ $z = 10$

Application:

$$P = 48,4 \times 10^{-5} \times 1,25 \times 0,125^{0,75} \times 88^{1,1} \times 50^{0,8} \times \frac{10}{100^{0,3}}$$
$$= 0,88 \text{ kW} \quad \underline{P = 0,88 \text{ kW}}$$

Donc la fraiseuse choisie qui est une H.E.S Z 3 de puissance 7,4 kW est largement suffisante.

Exemple 2: Phase 20 (rectification Axe).

La puissance en rectification est donnée par la formule suivante:

$$P = 0,555 \times (V \times a \times p)^{0,7} \times T^{0,25} \text{ où:}$$

P = puissance en W

V = vitesse de coupe en m/mn

a = avances en mm/mn

p = profondeur de passe

T = épaisseur de la meule

Dans notre cas nous avons:

$$V = 1080 \text{ m/mn}; \quad a = 558 \text{ mm/mn}; \quad p = 0,5; \quad T = 100 \text{ mm}$$

Application:

$$P = 0,555 \times (1080 \times 558 \times 0,5)^{0,7} \times 100^{0,25}$$
$$= 11540 \text{ W} \quad P = 11,54 \text{ kW}$$

la rectifieuse modèle 3184 choisie de puissance 14 kW est suffisante.

CHAPITRE SEPTIEME

calcul des effectifs - organisation - sécurité

I) Calcul des effectifs

Pour réaliser le programme annuel demandé, nous aurons besoin d'un personnel varié (élément le plus important), destiné à mener les différentes tâches du programme. Ce personnel en catégories suivantes :

1°) Ouvriers spécialisés : N_s

Ces ouvriers sont destinés à occuper les différents postes de travail.

La formule donnant le nombre d'ouvriers spécialisés est la suivante :

$$N_s = \frac{T_e \times N_{eff}}{60 \times F_{dh} (1-\alpha)} \quad \text{ou :}$$

T_e = Temps d'exécution en mn

N_{eff} = nombre effectif de pièces à produire

F_{dh} = fond disponible en heures

α = coefficient qui tient compte des absences

Dans le cas de l'usinage du piston, le temps d'exécution

T_e est maximum pour la phase 100 où $T_e = 17,11$
on a :

$$N_{eff} = 20.000 ; F_{dh} = 2280 \quad \alpha = 0,10$$

$$\text{on aura : } N_s = \frac{20.000 \times T_e}{60 \times 2280 (1-0,1)} = \underline{\underline{0,162 T_e}}$$

Pour $T_e = 17,11$ mn nous aurons $N_s = 2,7$

Nous aurons donc besoin pour cette phase qui compte 3 postes de travail, 3 ouvriers spécialisés.

T_e immédiatement inférieur est $T_e = 11,03$ correspondant à la phase 10 de tournage.

nous aurons $N_s = 0,102 \times 11,03 = 1,7$

Or on a prévu pour cette phase un poste de travail car le coefficient d'occupation de la machine de la phase suivante est très faible, les 2 machines étant universelles, le travail de la phase 10 peut être réalisé à la phase 20.

Donc nous prendrons un ouvrier spécialisé pour ce poste. il en est de même pour la phase 30.

le processus peut être répété dans le cas de l'usinage de la bielle et du chapeau de bielle.

En ce qui concerne l'axe nous avons opter pour une production automatisée que nous expliquerons ultérieurement.

Donc le nombre d'ouvriers spécialisés sera égal au nombre de postes de travail

$$N_s = 13 + 11 + 32 = 56$$

$$\underline{N_s = 56 \text{ ouvriers spécialisés}}$$

20) Ouvriers auxiliaires : N_a

cette catégorie comprend : les magasiniers,

les réparateurs, les ajusteurs etc....

leur nombre est de 15 à 25% de N_s

Nous prendrons $N_a = 25\%$ de N_s

donc $N_a = \underline{14 \text{ ouvriers auxiliaires}}$

3) agents Techniques: N_T

cette catégorie de personnel regroupe les agents des méthodes, de lancement....

N_T est 10 à 12% de la somme ($N_s + N_a$)

$$N_T = 0,12 (56 + 14) = 8,4$$

$$\underline{N_T = 9 \text{ agents}}$$

4) agents administratifs (comptables): N_C

ce nombre est égal à 4 à 6% du nombre total d'ouvriers

$$(N_s + N_a + N_T)$$

$$N_C = 0,05 (N_s + N_a + N_T) = 0,05 (56 + 14 + 9) = 3,9$$

$$\text{d'où } \underline{N_C = 4 \text{ comptables}}$$

le programme nécessite en plus :

- 1 agent d'entretien (nettoyage) pour 300m^2

- 1 ouvrier pour le transport de 35 ouvriers

Puisque la surface de notre atelier est de 1752m^2

cela nécessite 6 agents d'entretien

d'autre part le nombre total d'ouvriers étant de 89

il sera affecté 3 ouvriers pour le transport.

IV) organisation de l'atelier

Le prix de revient d'un produit fini en tenant compte des frais de transport peut être défini par la formule :

$$P = \frac{P_1}{V^n} + P_2 \quad \text{où :}$$

P_1 = prix de revient d'un prototype.

V = Volume de la production annuelle.

P_2 = frais de transport

$n = 0,25$ à $0,30$ pour l'industrie automobile.

La diminution du prix de revient pour un accroissement du volume de la production peut s'obtenir par suite de la diminution des frais de direction et aussi par l'usage de l'équipement productif.

L'équipement productif est cher, il peut être utilisé dans les petites unités, c'est la tendance actuelle dans les pays hautement industrialisés. Par exemple aux états unis 91,6% des entreprises emploient moins de 100 personnes; la "G.M.C." possède 10.000 entreprises dont le personnel pour chacune n'excède pas 10 personnes. chacune de ces unités fabrique une seule pièce, voire une phase.

Ces petites entreprises créent les conditions pour l'organisation d'une production de masse qui peut être automatisée, leurs délais de construction sont courts, les dépenses sont amorties rapidement.

la spécialisation et la coopération sont les formes les plus rationnelles dans l'organisation de l'entreprise, ceci permet de diminuer sensiblement le prix de revient. L'indice de coopération dans l'industrie automobile atteint 40 à 50%.

Ceci nous amène à établir la forme d'organisation de notre atelier.

les ébauches des pistons, bielles, chapeaux, axes, ainsi que les boudins, les coussinets, les segments; viennent du dehors, des entreprises spécialisées (forge, fonderie...)

(Voir schéma d'organisation).

notre atelier produira non seulement les organes "bielle-piston" prévus par le programme mais aussi une certaine quantité d'axes destinés à approvisionner une autre unité.

La production en grande quantité d'axes nous permettra d'utiliser un équipement productif: chaîne automatique, four à cémenter à marche continue.

La rectification d'ébauche des surfaces extérieures se fait sur une chaîne à approvisionnement automatique. La cémentation se fait au gaz naturel dans un four à marche continue.

III, Sécurité

- afin d'assurer la sécurité des ouvriers et de prévenir tout risque d'accident, les machines-outils doivent être équipées de capots protecteurs, qui servent à protéger l'ouvrier du déblocage de pièces en rotation, de copeaux, de liquide d'arrosage etc...

il faut respecter l'ouvrier à son poste de travail : penser à la fatigue musculaire et nerveuse.

l'entretien du matériel doit être régulier ainsi que celui des locaux.

CONCLUSION

À partir des dessins de définition des pièces, nous avons établi les gammes regroupant les données permettant à l'ouvrier de réaliser le travail prévu à son poste. Nous avons déterminé les régimes de coupe, en utilisant pour le calcul des vitesses la méthode relevée du manuel :

GAMMES D'USINAGE ET ANALYSE DE PHASES DE J. KARR complétée par la méthode de recherches expérimentales effectuées en U.S.S.R. Cette méthode est plus rapide que le calcul par les formules empiriques.

L'outillage en carbure métalliques nous a permis de relever sensiblement les vitesses, donc de réduire les temps d'exécution.

Nous avons calculé le nombre des machines, déterminé leurs emplacements.

Nous avons donné un bref aperçu sur l'organisation des entreprises justifiant ainsi notre option pour une chaîne automatisée pour la fabrication de l'axe.

BIBLIOGRAPHIE

1. Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.А. ТЕХНОЛОГИЯ
МАШИНОСТРОЕНИЯ. Москва. 1976г.
2. Нефедов Н.А. ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В МАШИНОСТРО-
ИТЕЛЬНЫХ ТЕХНИКУМАХ. Москва. 1976г.
3. Антонюк В.Е., Рубинчик А.И. и др. КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК
ТЕХНОЛОГА МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА. 1968г.
4. ГОСТ 21495-76. БАЗИРОВАНИЕ И БАЗЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ.
5. KOVAN.V. TECHNOLOGIE DE CONSTRUCTION MECANIQUE
1970. MIR. MOSCOU.
6. J.KARR GAMES D'USINAGE ET ANALYSE
DE FABRICATION. DUNOD 1970. PARIS
7. POLYCOPIES DE TECHNOLOGIE D'EXECUTION (I & II)
G.TKEMALADZE
ALGER 1978.
8. ORGANISATION DES ATELIERS, CALCUL DES PRIX
EN MECANIQUE. W. GAUTHEY DUNOD PARIS 1972.
9. CATALOGUES DE CONSTRUCTEURS DE MACHINES
ET CATALOGUES TYROLIT
10. PROJETS DE FIN D'ETUDES M.MANDI JANVIER 1979
ET BELAMARAIL (JUN 1979).
11. TECHNOLOGIE DE FABRICATION. A.CHEVALIER DELAGRAVE.
PARIS 1975.

N°	PHASE	N° OPER	OPERATION	CROQUIS	MAT	UNITE	PROFIL	P	Q	V	Tc	Tm
								mm	mm/R	mm/min	min	min
30	TOURNAGE	3011	usinage Ø 10		TOUR 16K20 (VRS)			0.5	0.75	100	1.5	1.5
35	TOURNAGE	3012	usinage Ø 11		TOUR 16K20			0.5	0.75	100	1.5	1.5
40	TOURNAGE	3013	usinage Ø 12		TOUR 16K20			0.5	0.75	100	1.5	1.5
45	TOURNAGE	3014	usinage Ø 13		TOUR 16K20			0.5	0.75	100	1.5	1.5
50	TOURNAGE	3015	usinage Ø 14		TOUR 16K20			0.5	0.75	100	1.5	1.5
55	TOURNAGE	3016	usinage Ø 15		TOUR 16K20			0.5	0.75	100	1.5	1.5
60	TOURNAGE	3017	usinage Ø 16		TOUR 16K20			0.5	0.75	100	1.5	1.5
65	PERÇAGE	3018	perçage Ø 2		MACHINE CADIALE 800 2500 (FRANCE)			0.5	0.75	100	1.5	1.5
70	FRAISAGE	3019	fraisage Ø 16		FRAISEUSE ME 523			0.5	0.75	100	1.5	1.5
75	FRAISAGE	3020	fraisage Ø 16		FRAISEUSE ME 523			0.5	0.75	100	1.5	1.5
80	RECTIFICATION	3021	rectification Ø 16		RECTIFIEUSE UNIVERSELLE A commande numerique 315V (VRS)			0.5	0.75	100	1.5	1.5
85	TOURNAGE	3022	usinage Ø 16		TOUR 16K20			0.5	0.75	100	1.5	1.5

N° PHASE	NT OPER	OPERATION	QUIS	MO	OUTILS	MONTAGE	CONTROLE	p	a	v	Tc	Tm	Tp/300	Te
10		SCIAGE		MACHINE A SCIER SATURNET (FRANCE)	2 axes ABES φ 300 2.1 diam.	Taça Métallique				1550	1.62	1/2	0.10	1.08
20		RECTIFICATION		RECTIFIEUSE CENTERLESS 3164 (URSS)	2 mandrins TYROLIT forme 1 STANESQUE 250.100.11 A.P. 100.11			0.9	0.58	1020.5	0.18	1	0.11	1.16
30		RECTIFICATION		"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
40		RECTIFICATION		"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
50	5001	TOURNAGE		TOUR 16 K 20 (URSS)	mandrin charbon diamant d'industrie CR (ATG) forme I E = 45° A = 8° B = 5° A = 1°	mandrin 3 mandrins diamant		0.95	0.59	1020.5	0.18	1	0.11	1.16
50	5002	TOURNAGE		TOUR 16 K 20 (URSS)	mandrin charbon diamant d'industrie CR (ATG) forme I E = 45° A = 8° B = 5° A = 1°	mandrin 3 mandrins diamant		1	0.4	98.1	0.19			
50	5003	TOURNAGE		TOUR 16 K 20 (URSS)	mandrin charbon diamant d'industrie CR (ATG) forme I E = 45° A = 8° B = 5° A = 1°	mandrin 3 mandrins diamant		1	0.175	125.6	0.3		0.16	0.10
60	6001	TOURNAGE		TOUR 1M 63 (URSS)	mandrin charbon diamant d'industrie CR (ATG) forme I E = 45° A = 8° B = 5° A = 1°	mandrin 3 mandrins diamant		2	0.467	98.1	0.06			
60	6002	TOURNAGE		TOUR 1M 63 (URSS)	mandrin charbon diamant d'industrie CR (ATG) forme I E = 45° A = 8° B = 5° A = 1°	mandrin 3 mandrins diamant		2	0.467	98.1	0.06		0.36	0.13
70	7001	TOURNAGE		TOUR 16 K 20 (URSS)	mandrin charbon diamant d'industrie CR (ATG) forme I E = 45° A = 8° B = 5° A = 1°	mandrin 3 mandrins diamant							0.09	0.09
70	7002	TOURNAGE		TOUR 16 K 20 (URSS)	mandrin charbon diamant d'industrie CR (ATG) forme I E = 45° A = 8° B = 5° A = 1°	mandrin 3 mandrins diamant							0.02	0.02

TRAITEMENTS THERMIQUES

RECTIFIEUSE CENTERLESS 3484 (URSS)

8001

RECTIFICATION

mandrin
charbon
diamant
d'industrie
CR (ATG)
forme I
E = 45°
A = 8°
B = 5°
A = 1°

mandrin
3 mandrins
diamant

0.15

0.58

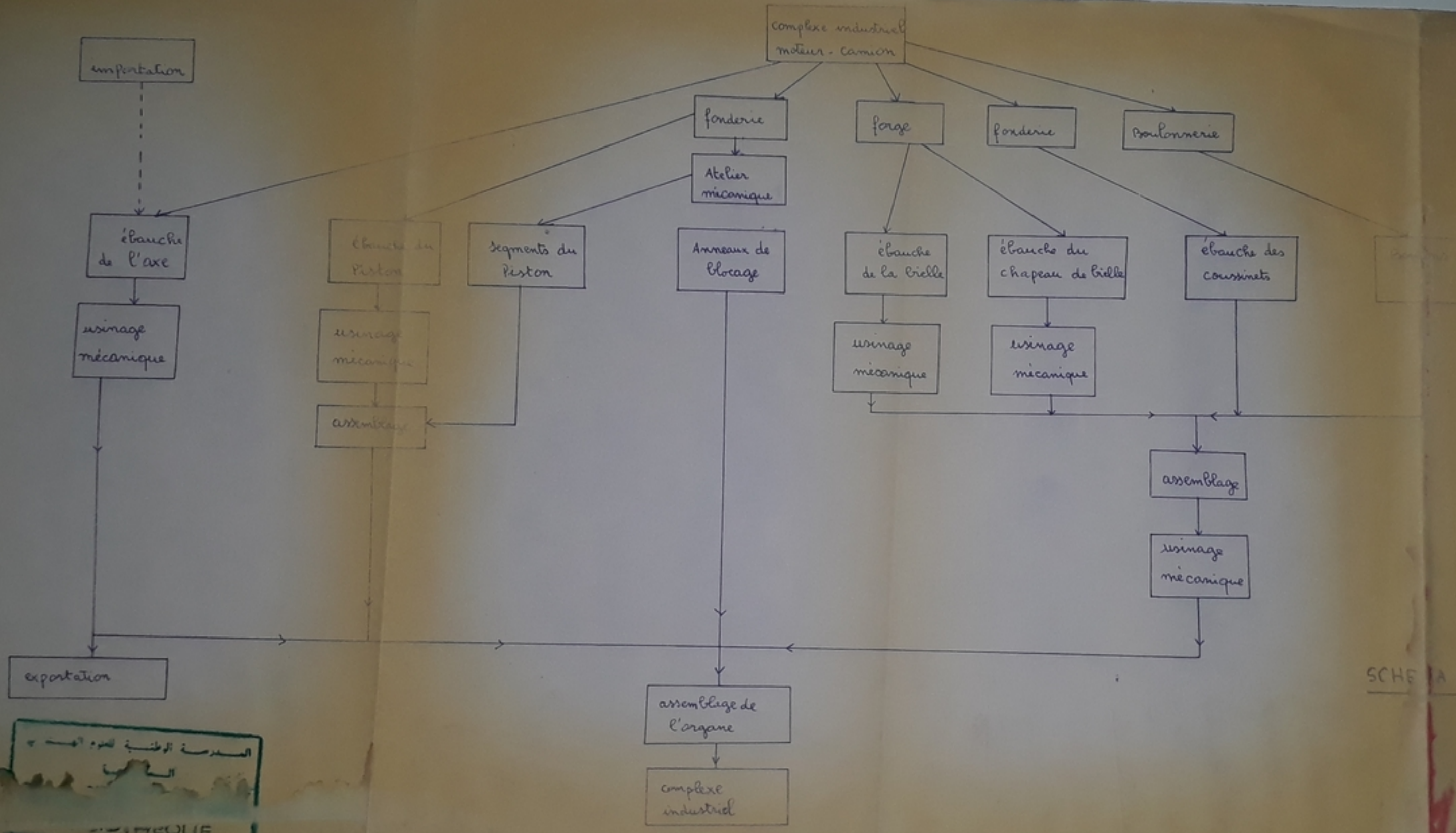
mandrin

1.08

1.2

0.09

0.09

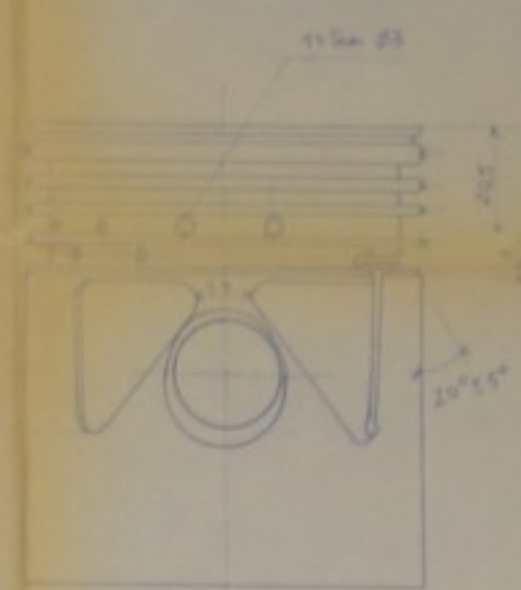
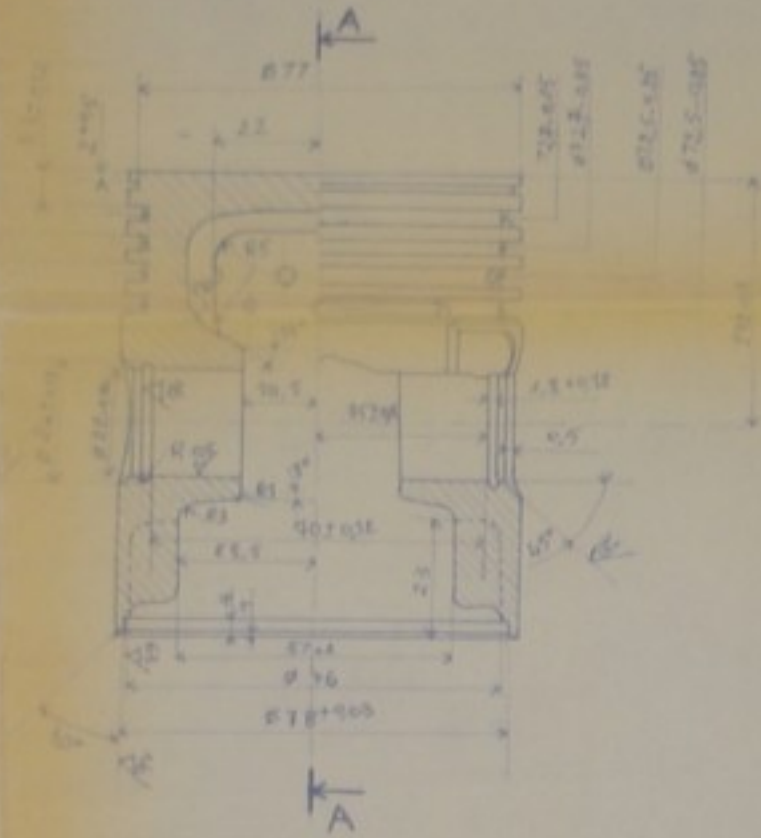
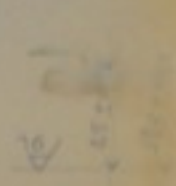
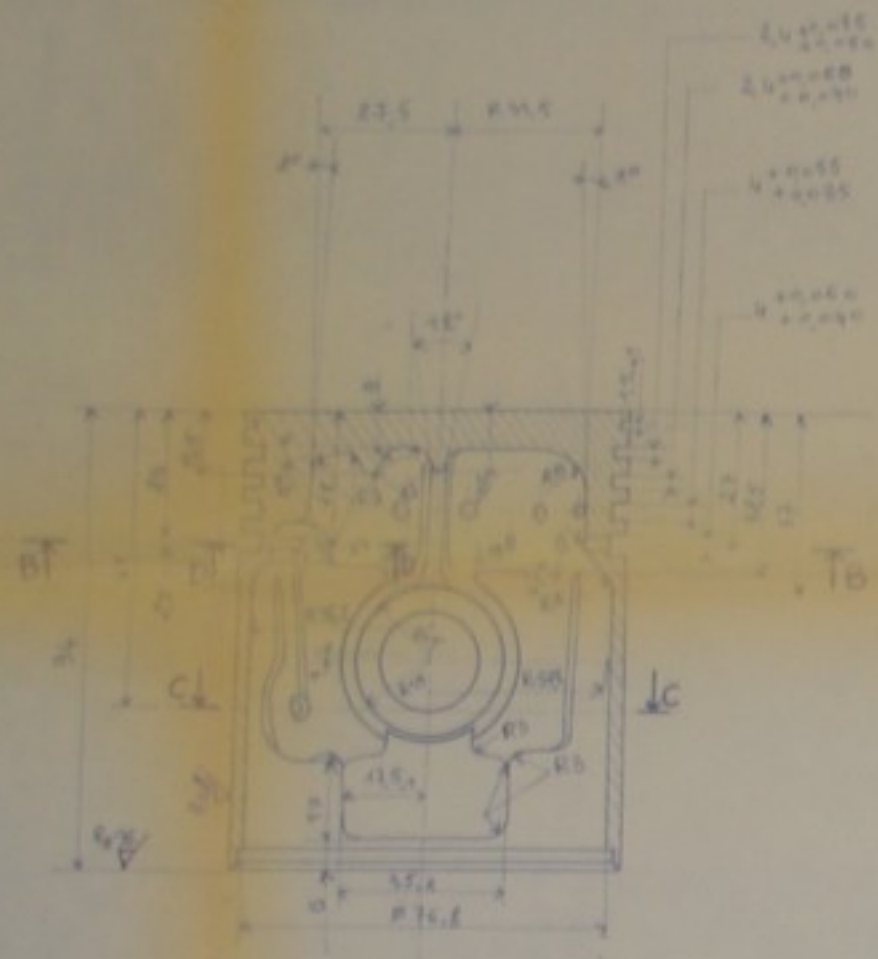


الخدمة الوطنية للعلوم
التقنية
البيئية
البيئية
البيئية

PM01680
Annexe 4 -

SCHEMA D'ORGANISATION DE L'ATELIER

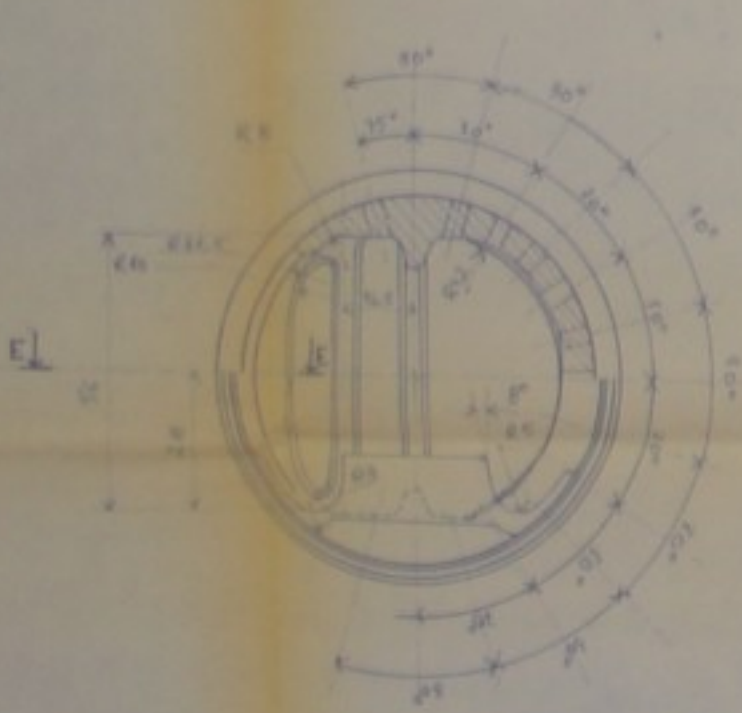
A-A



SCHEMA FOUR PROGRAMME



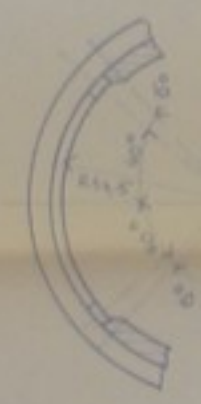
B-B



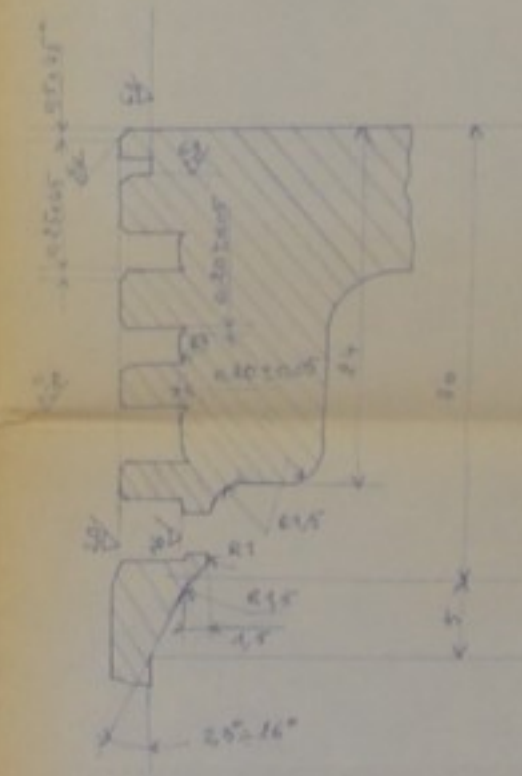
C-C



D-D



E-E echelle:3



Détail G



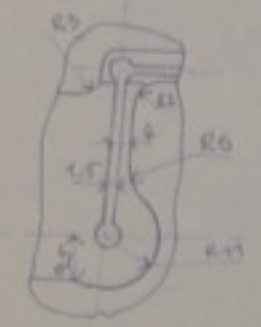
Détail F



Détail T



Détail H



المكتبة الوطنية
 المكتبة
 BIBLIOTHEQUE
 BIBLIOTHEQUE

DESSIN DE DEFINITION DU PISTON

PLANCHE N° 4

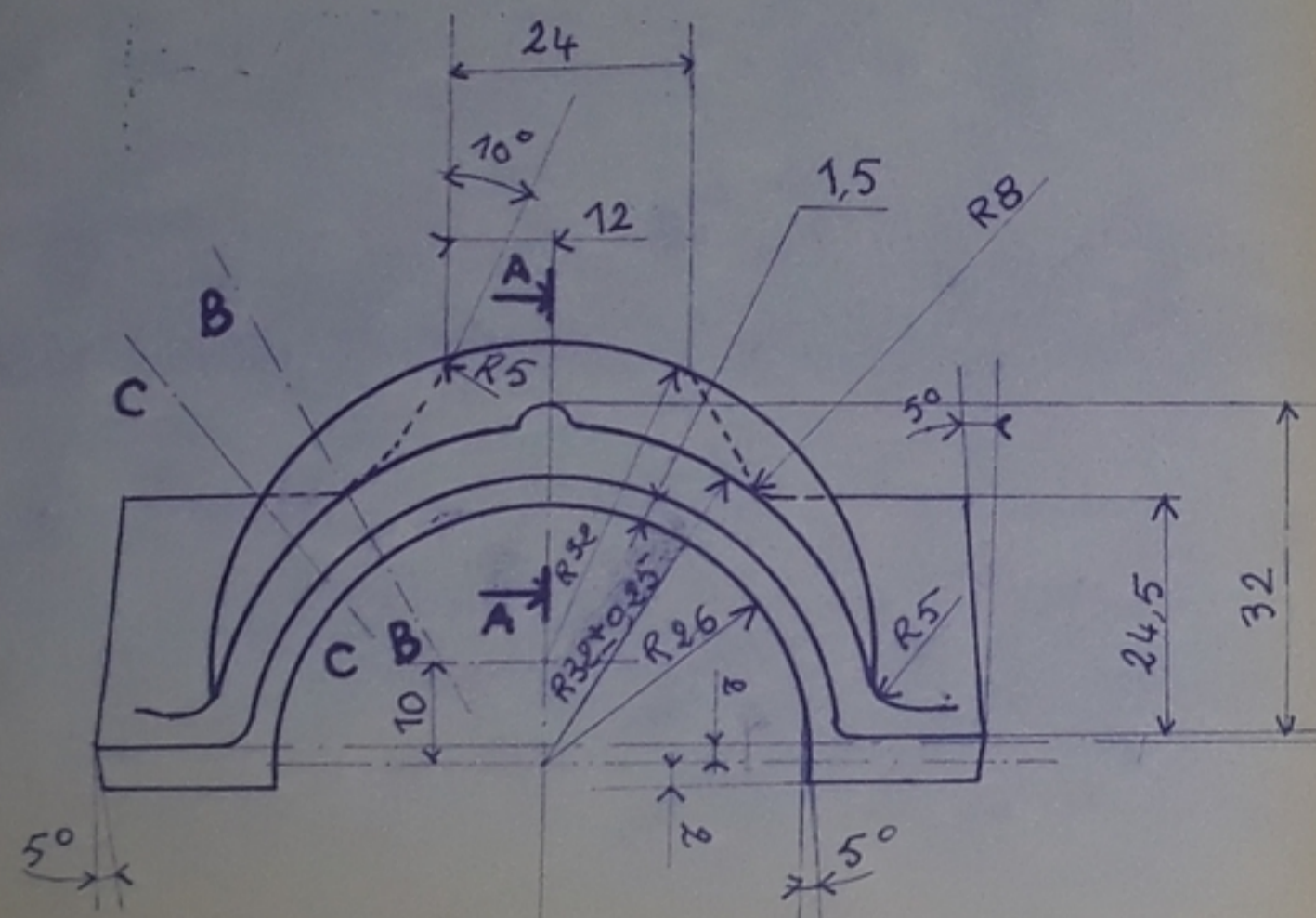
PI 016 80

DESSIN DE DEFINITION DU CHAPEAU DE BIELLE

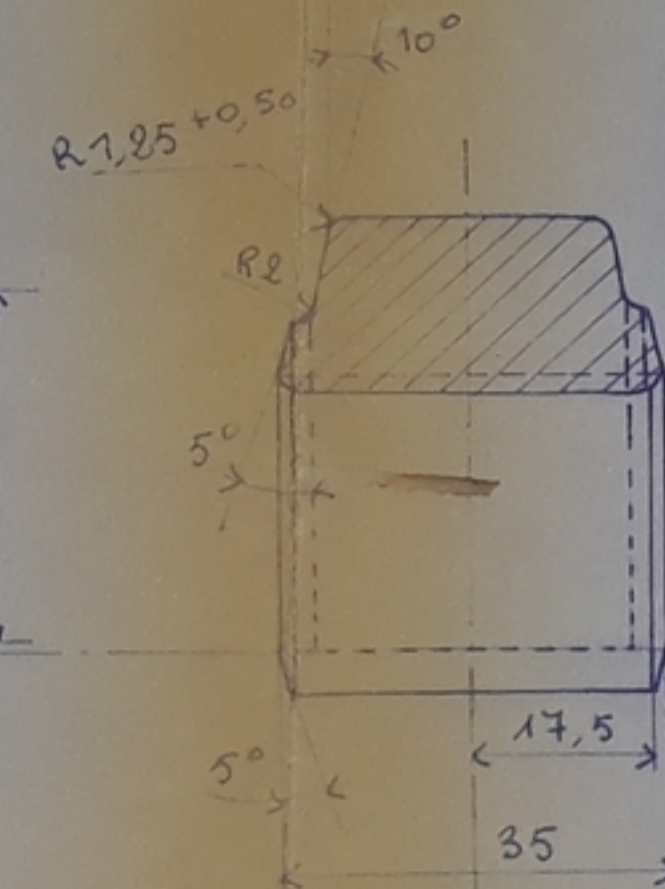
PLANCHE N°6

مدرسة الوطنية للعلوم الهندسية
المكننة

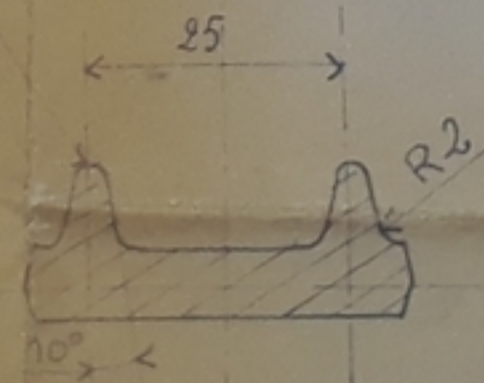
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
BIBLIOTHEQUE



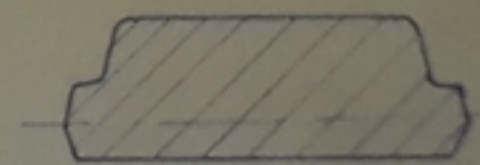
A-A



B-B



C-C



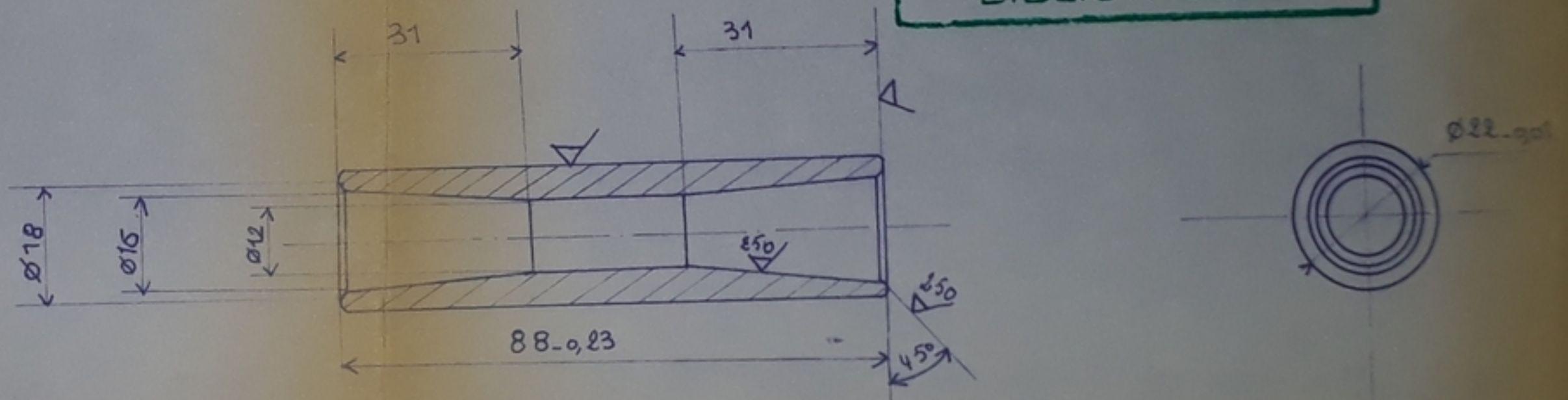
PM01680

DESSIN DE DEFINITION DE L'AXE

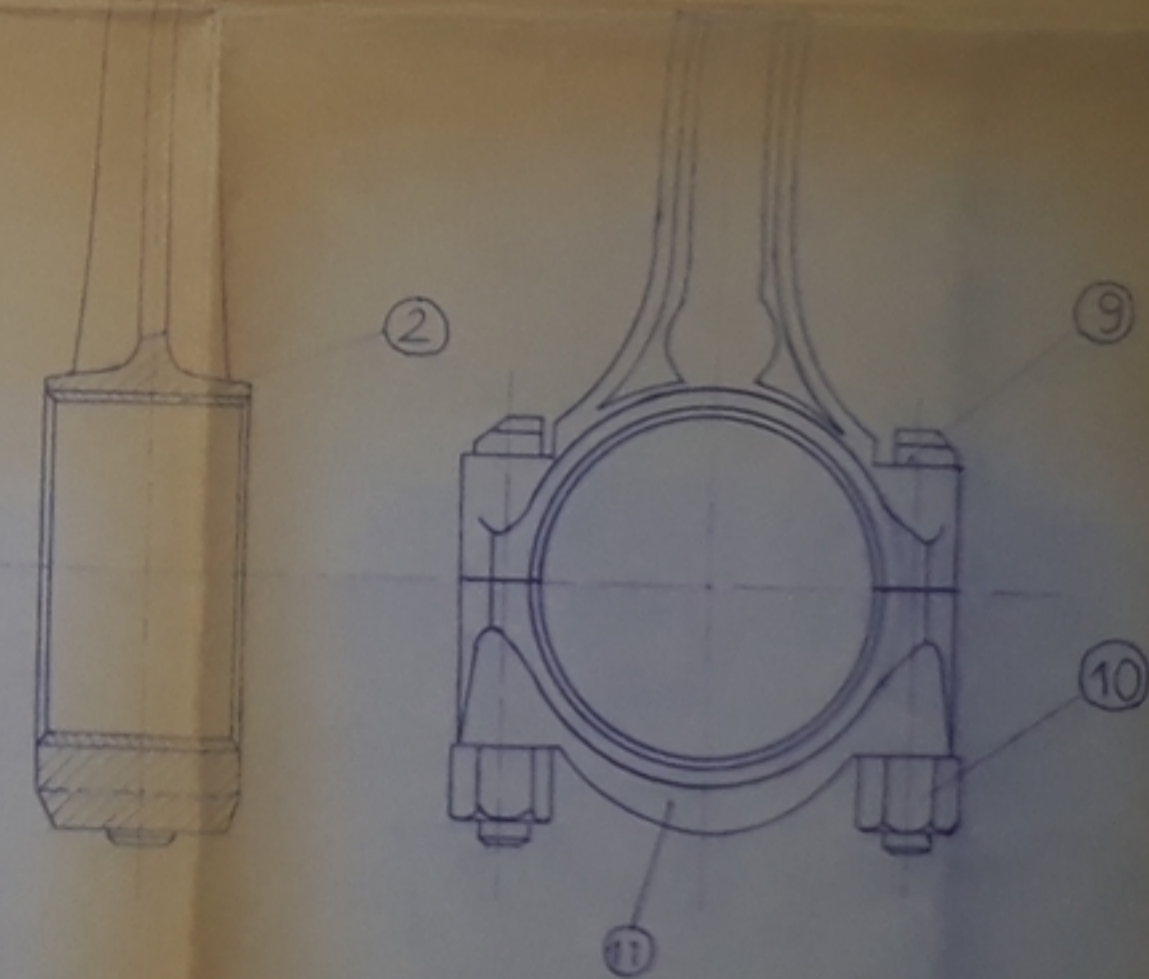
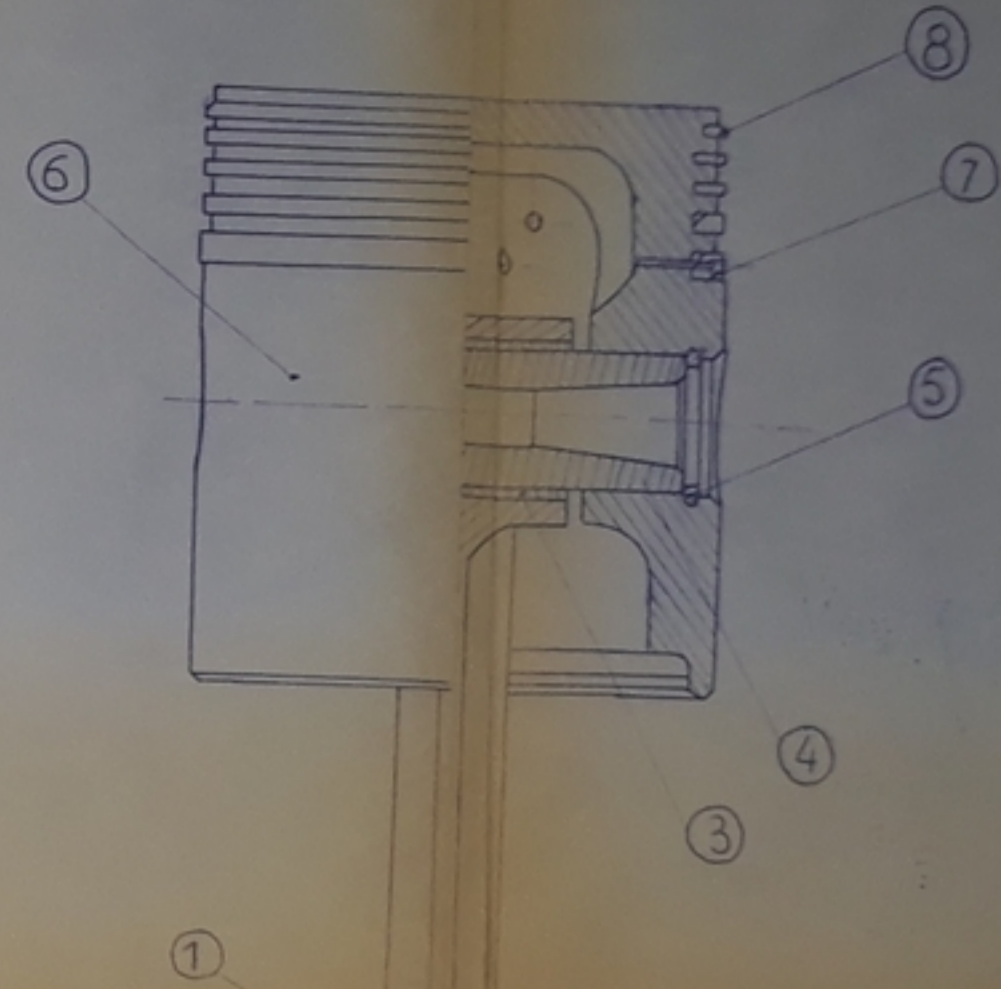
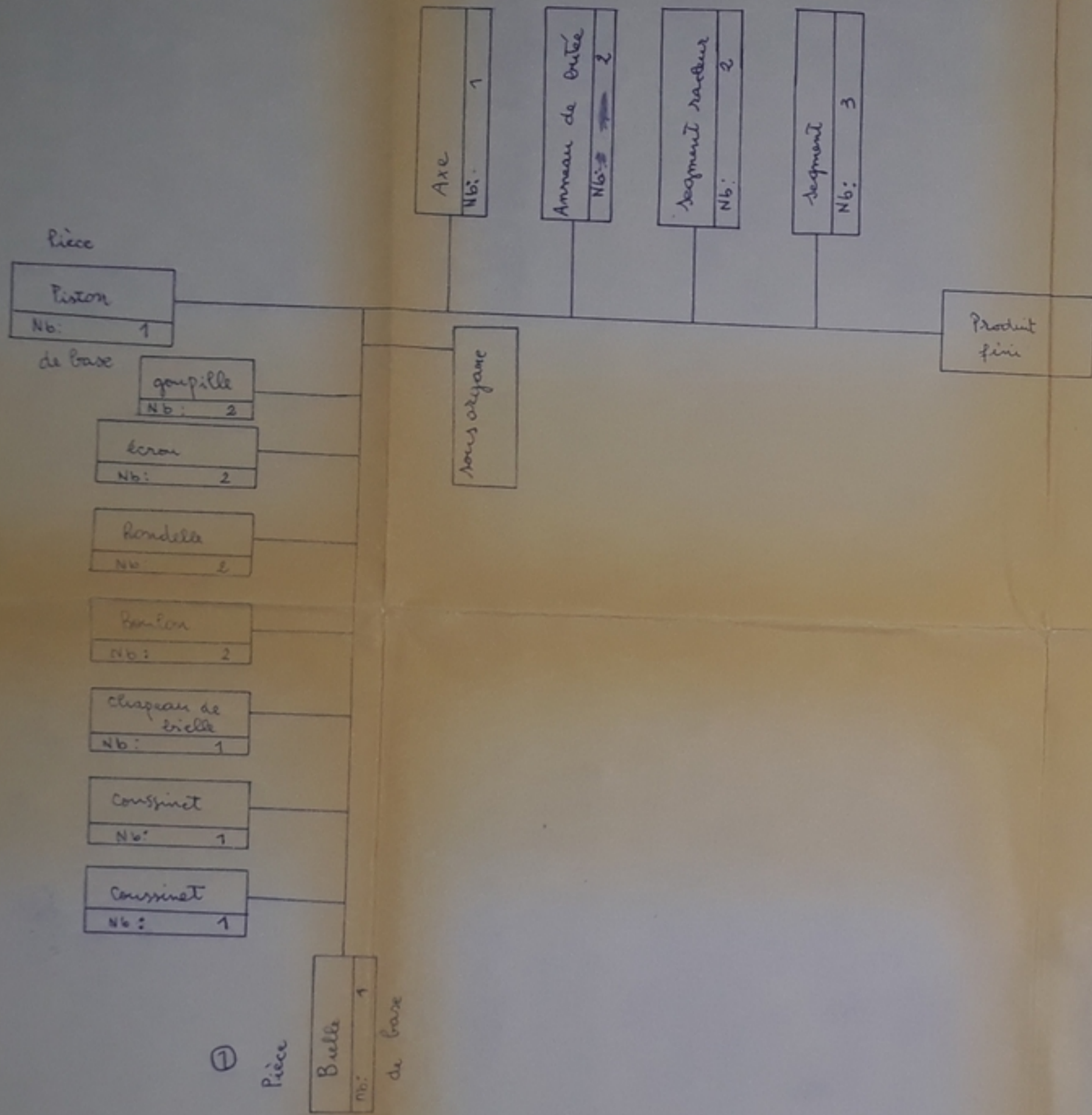
PLANCHE N° 7

المدرسة الوطنية للعلوم الهندسية
المكنسة

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
BIBLIOTHÈQUE



PM016 80



DESSIN ET SCHEMA DE MONTAGE

PM016 80

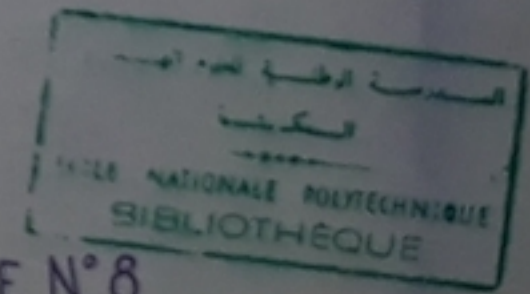
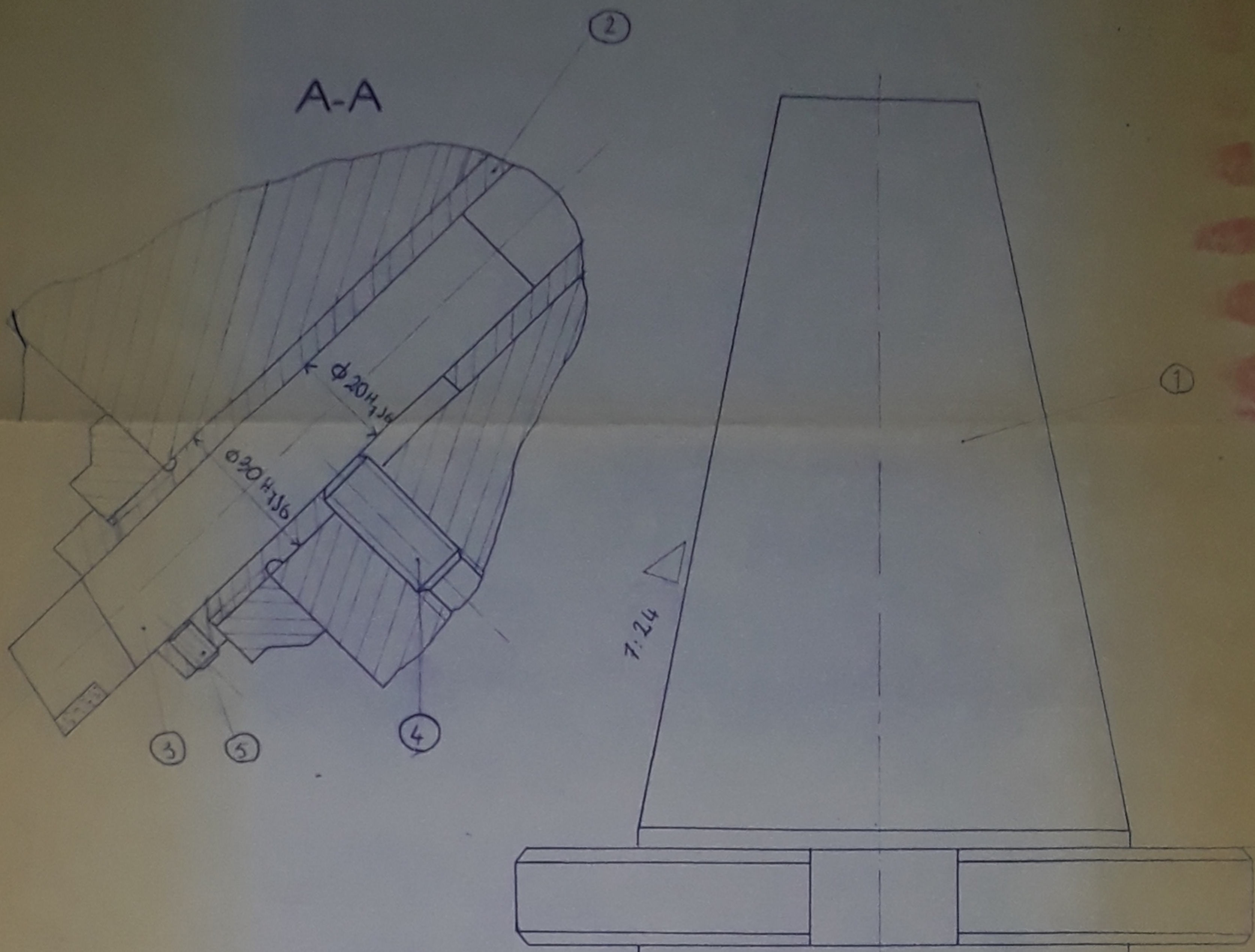
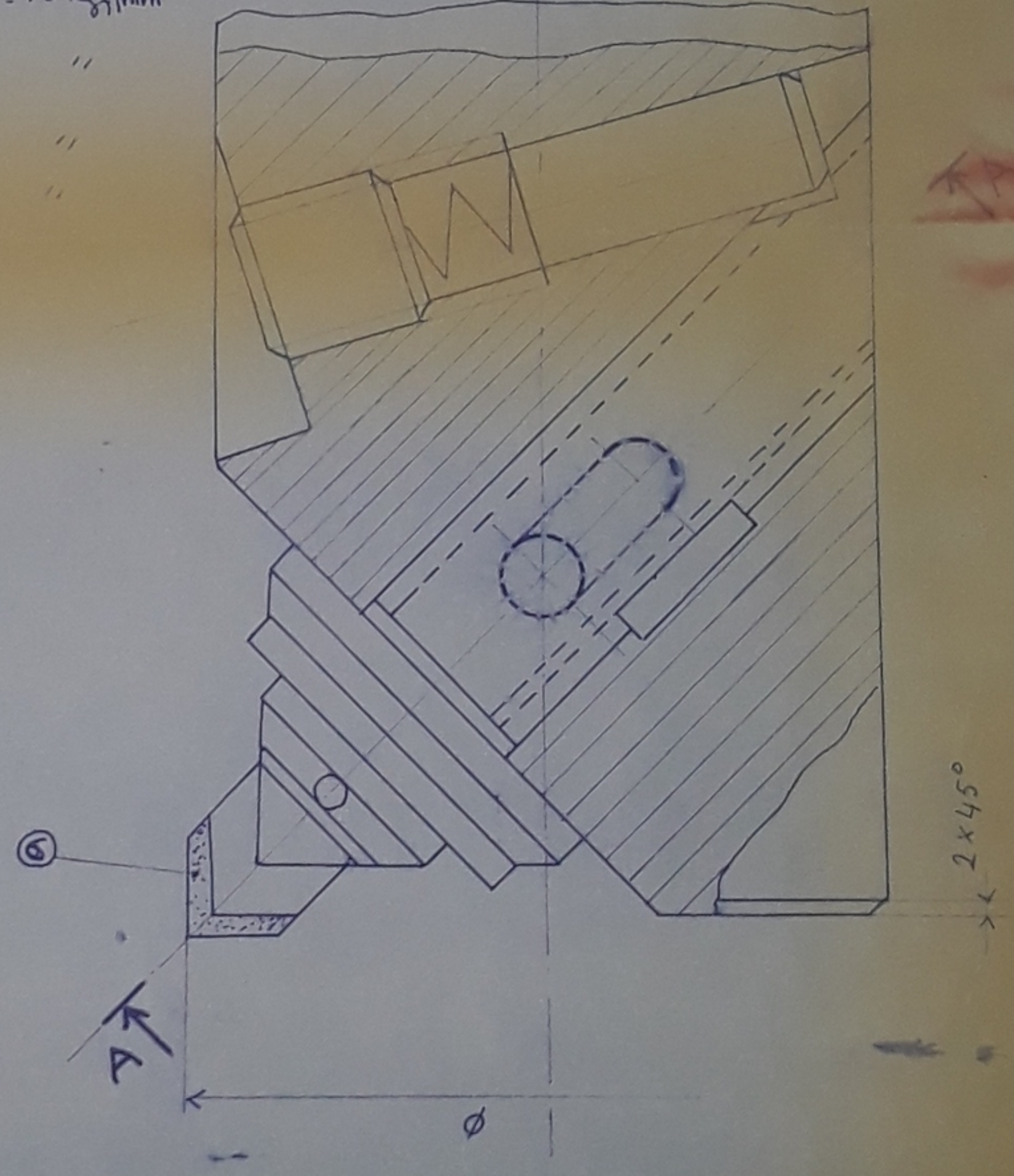


PLANCHE N°8



- 1. CORPS Acier $R_r = 75 \text{ kgf/mm}^2$
- 2. PORTE OUTIL COULISSANT ACIER $R_r = 75 \text{ kgf/mm}^2$
- 3. CORPS DE L'OUTIL " "
- 4. VIS " "
- 5. VIS " "
- 6. PASTILLE EN CM

GEOMETRIE : $\hat{P} = 0^\circ$
 $\hat{a} = 8 \text{ à } 12^\circ$
 $\hat{c} = 45^\circ$
 $r = 0,5 \text{ mm}$



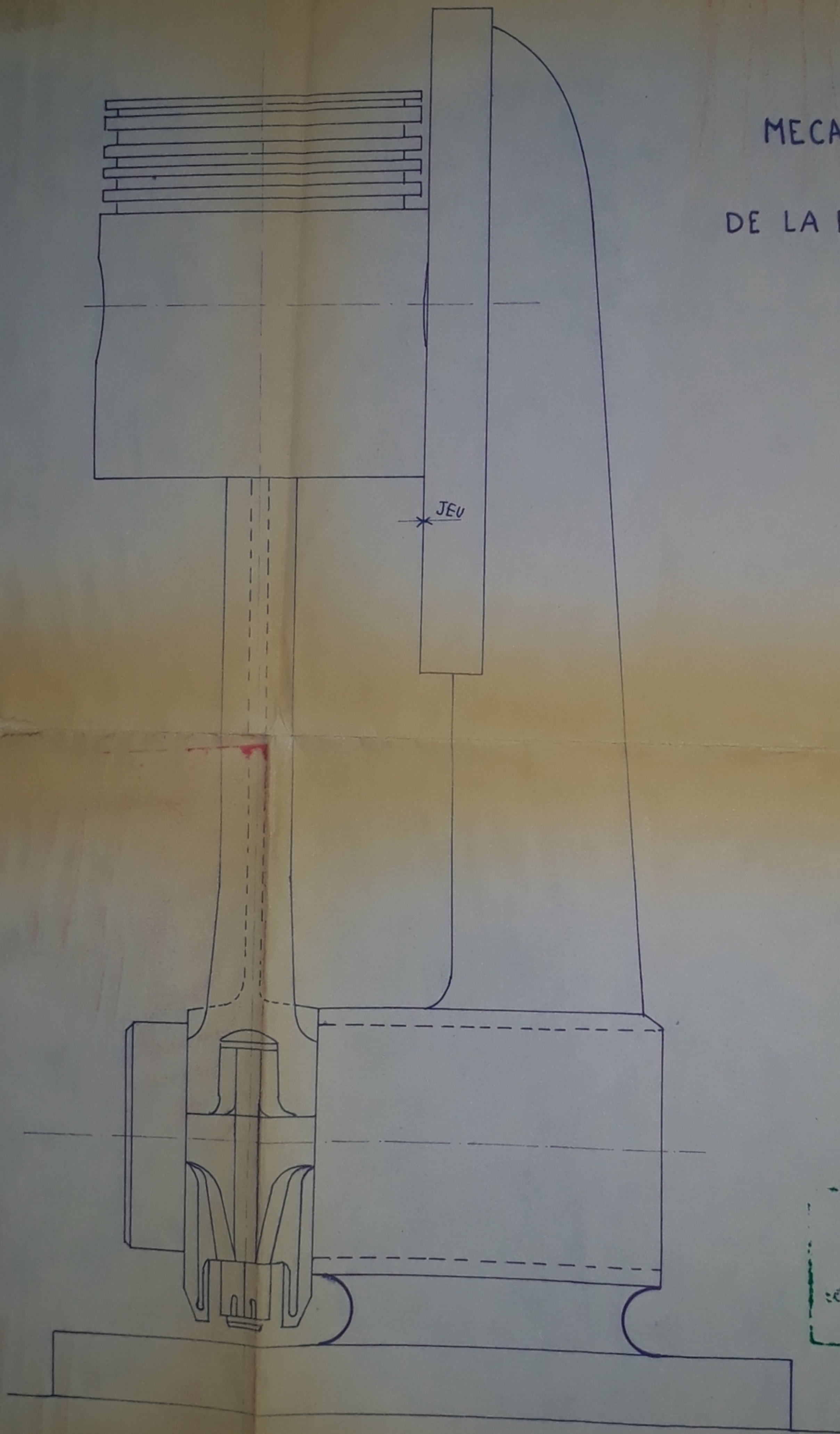
OUTIL UTILISE LORS DE L'ALEPAGE DE LA BIELLE

المدرسة الوطنية للعلوم الهندسية
 المكتبة
 LE NATIONALE POLYTECHNIQUE
 BIBLIOTHEQUE

PLANCHE N°9

PM016 80

MECANISME DE CONTROLE
DE LA PERPENDICULARITE



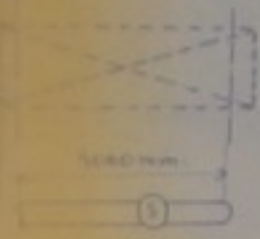
المدرسة الوطنية للعلوم الهندسية
المكنة

LE NATIONALE POLYTECHNIQUE
BIBLIOTHÈQUE

PM01680

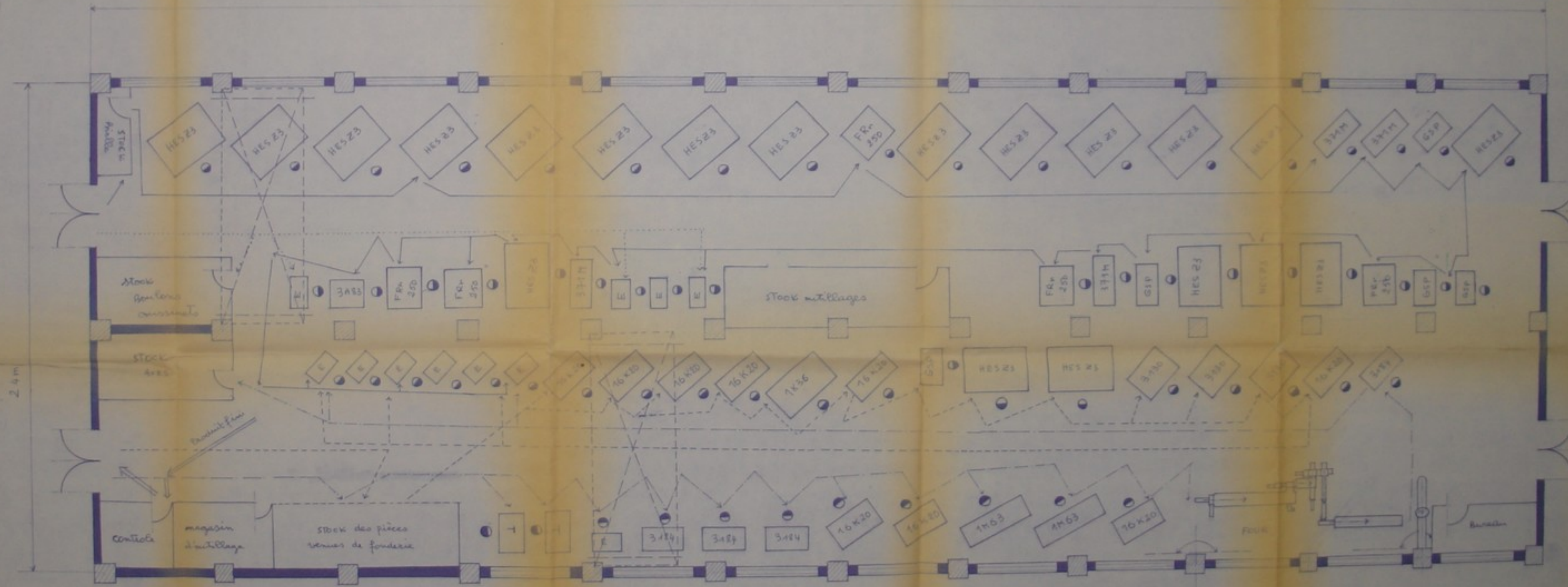
PLANCHE N° 10

- ITINERAIRE BIELLE ET CHAPEAU
- - - - - " " PISTON
- - - - - " " AXE
- ⋯⋯⋯ " " BOULONS, COUSSINETS, ...



2 PONTS ROULANT Capacité de levage 5T
2 pitences

73 m



LES 2 SECTIONS
Echelle 1/100

EMPLACEMENT DES MACHINES-OUTILS



