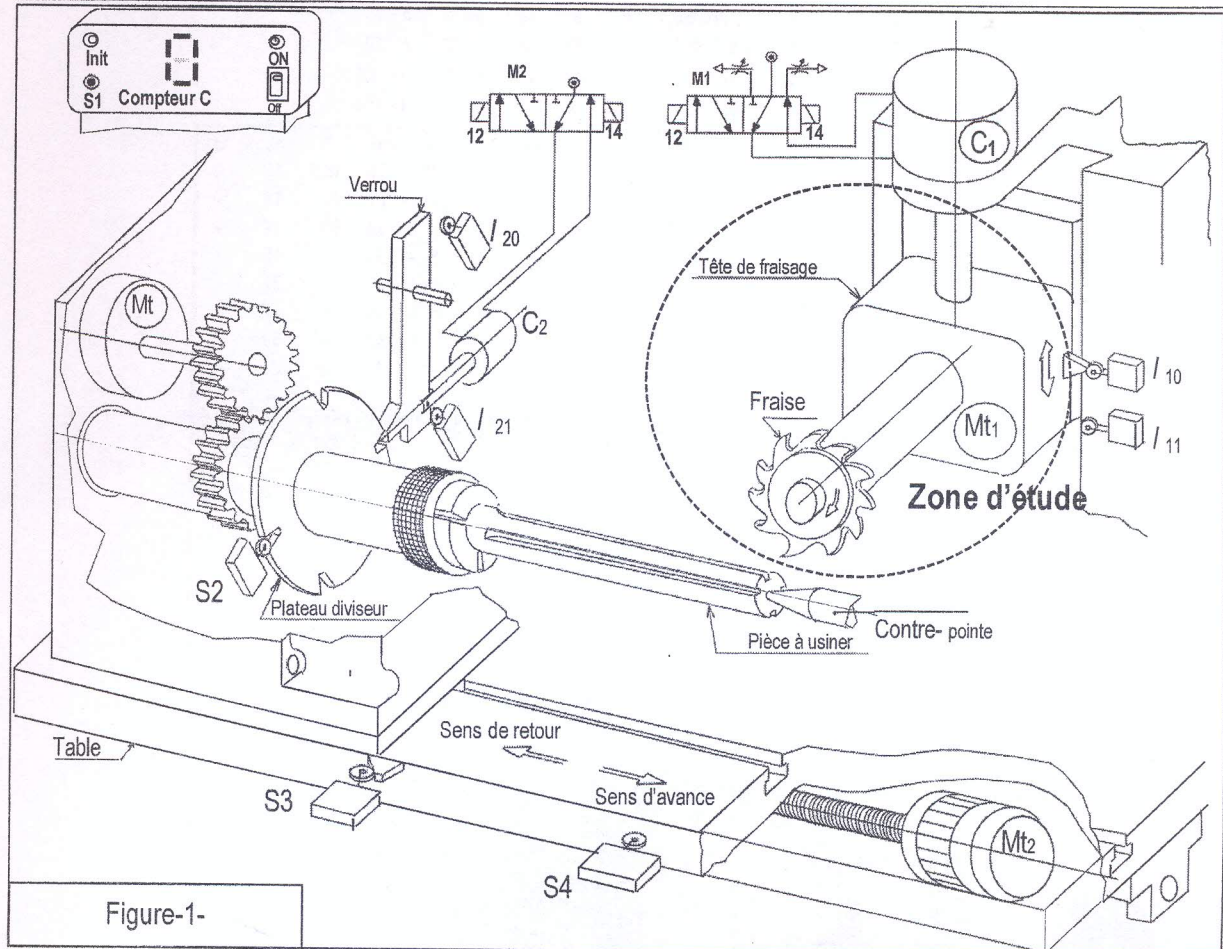


Examen S1
CONCEPTION MECANIQUE

Date : 19/12 /2025
Durée : 2 heures 40 minutes

Section : PT1
Documents non autorisés



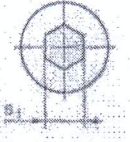
PRESENTATION GENERALE DU SYSTEME :

La figure -1- représente le schéma de principe d'une machine à rainurer. Elle permet d'usiner 4 rainures sur un arbre cylindrique. Chaque rainure est réalisée en une seule passe.

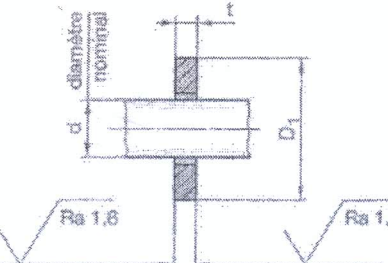
La machine comprend essentiellement :

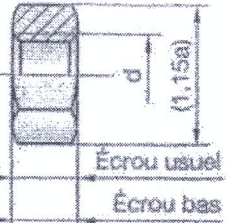
- Un plateau diviseur qui permet la rotation de la pièce à rainurer par un pas de 90°. L'entraînement du plateau est assuré par un moteur pas à pas. Après chaque pas, un vérin C2 permet le verrouillage (blocage) du plateau.
- Une table qui donne à la pièce le mouvement d'avance. Elle est animée d'une translation rectiligne dans les deux sens par un moteur Mt2. La transformation de mouvement est assurée par un système vis-écrou.
- Une tête de fraisage qui entraîne la fraise en rotation par un moteur Mt1. Le déplacement vertical de la tête est assuré par un vérin C1.
- Une contre-pointe qui évite la flexion des pièces longues.

d	a	b	s ₁	s ₂	d	a	b	s ₁	s ₂		
de 6 à 8 inclus	2	2	0,16	d - 1,2	d + 1	58 à 65	18	11	0,6	d - 7	d + 4,4
8 à 10	3	3	0,16	d - 1,8	d + 1,4	65 à 75	20	12	0,6	d - 7,5	d + 4,9
10 à 12	4	4	0,16	d - 2,5	d + 1,8	75 à 85	22	14	1	d - 9	d + 5,4
12 à 17	5	5	0,25	d - 3	d + 2,3	85 à 95	25	14	1	d - 9	d + 5,4
17 à 22	6	6	0,25	d - 3,5	d + 2,8	95 à 110	28	16	1	d - 10	d + 6,4
22 à 30	8	7	0,25	d - 4	d + 3,3	110 à 130	32	18	1	d - 11	d + 7,4
30 à 38	10	8	0,4	d - 5	d + 3,3	130 à 150	36	20	1,6	d - 12	d + 8,4
38 à 44	12	8	0,4	d - 5	d + 3,3	150 à 170	40	22	1,6	d - 13	d + 9,4
44 à 50	14	9	0,4	d - 5,5	d + 3,8	170 à 200	45	25	1,6	d - 15	d + 10,4
50 à 58	16	10	0,6	d - 6	d + 4,3	200 à 230	50	28	1,6	d - 17	d + 11,4

Tête cylindrique à six pans creux		NF EN ISO 4762	
			
d	a	b	s ₁ s ₂
M1,6	3	3,52	1,5 0,9
M2	3,8	4,4	1,5 1,3
M2,5	4,5	5,5	2 1,5
M3	5,5	5,5	2,5 2
M4	7	8,4	3 2,5
M5	8,5	9,3	4 3
M6	10	11,3	5 4
M8	13	15,8	6 5
M10	16	18,3	8 6

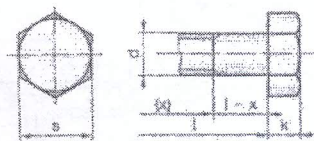
Longueurs l et longueurs filetées x	
d	Longueurs l
2,5	3 4 5 6 8 10 12 16 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 80 90 100 110 120 130 140
1,6	16
2	17 18 18
2,5	20 20 20
3	22 22 22 22
4	24 24 24 24 24
5	28 28 28 28 28 28 28
6	32 32 32 32 32 32 32 32

Rondelles plates		NF EN ISO 10673	
			
Type	S	N	L
d	t	D	t
1,6	0,5	3,5	0,5
2	0,6	4,5	0,6
2,5	0,6	5	0,6
3	0,6	6	0,6
4	0,8	8	0,8
5	1	9	1
6	1,6	11	1,6
8	1,6	15	1,6
10	2	18	2
12	2	20	2,5
16	3	30	3

Écrous hexagonaux		NF EN ISO 4032	
Écrous bas hexagonaux		NF EN ISO 4035	
			
d	a	b ₁	b ₂
M1,6	3,2	1,3	1
M2	4	1,6	1,2
M2,5	5	2	1,6
M3	5,5	2,4	1,8
M4	7	3,2	2,2
M5	8	4,7	2,7
M6	10	5,2	3,2
M8	13	6,8	4
M10	16	8,4	5
M12	18	10,8	6
M16	24	14,8	8
M20	30	18	10

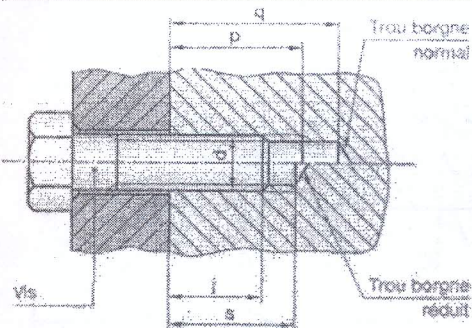
Annexes

Tête hexagonale
Partiellement filetée : NF EN ISO 4014
Entièrement filetée : NF EN ISO 4017



d	Pas	s	k	d	Pas	s	k	d	Pas	s	k
M3	0,5	5,5	2	M6	1	10	4	M12	1,75	18	7,5
M4	0,7	7	2,8	M8	1,25	13	5,3	M16	2	24	10
M5	0,8	8	3,5	M10	1,50	16	6,4	M20	2,5	30	12,5

		Longueurs l et longueurs filetées x																											
		Longueurs l																											
d		6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	180	200	
3							12	12	12																				
4								14	14	14	14																		
5								16	16	16	16	16	16																
6									18	18	18	18	18	18	18														
8									22	22	22	22	22	22	22	22	22	22											
10										26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26									
12											30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30							
(14)												34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34				
16													38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	
20																	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	

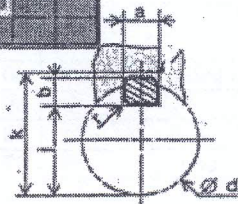
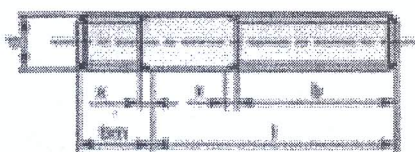


d	p	q	s	d	p	q	s
1,6	j+1,5	j+3	j+1,5	10	j+6	j+14	j+4,5
2,5	j+1,5	j+4	j+1,5	12	j+7	j+16	j+5
3	j+2	j+5	j+2	16	j+8	j+20	j+6
4	j+2,5	j+6	j+2,5	20	j+10	j+25	j+7,5
5	j+3	j+8	j+3	24	j+12	j+25	j+8,5
6	j+4	j+10	j+3,5	30	j+14	j+30	j+10
8	j+5	j+12	j+4	36	j+16	j+36	j+11

d	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
h	17,5	20	24,5	28	33,5	38	42	51
x	2	2,5	3,2	3,8	4,4	5	6	6,3
	30	30	35	40	45	50	55	70
	35	35	40	45	50	55	60	80
	40	40	45	50	55	60	70	90
	45	45	50	55	60	70	80	100
	50	50	55	60	70	80	90	120
		55	60	70	80	90	100	140
		60	70	80	90	100	120	
			90	100	120	140		
				100	120	140		

GOUVIERS TAILLÉS

NF E 27-135



TOLÉRANCES POUR CLAVETAGES

Clavette	sur d			h9		
	sur b			h9 pour b ≤ 6	h11 pour b > 6	
Rainures	libre	normal	serré	d	j	k
Arbre	H9	H9	P9	6 à 22 inclus	0 -0,1	-0,1 0
				22 à 130	0 -0,2	-0,2 0
Moyeu	D10	J9	P9	130 à 230	0 -0,2	-0,2 0

EXEMPLE DE DÉSIGNATION :

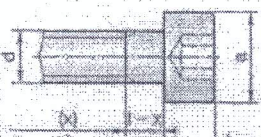
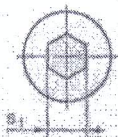
Clavette parallèle, forme a x b x l,

NF E 22-177

d	a	b	s	j	k	d	a	b	s	j	k
6 à 8 inclus	2	2	0,16	d-1,2	d+1	58 à 65	18	11	0,6	d-7	d+4,4
8 à 10	3	3	0,16	d-1,8	d+1,4	65 à 75	20	12	0,6	d-7,5	d+4,9
10 à 12	4	4	0,16	d-2,5	d+1,8	75 à 85	22	14	1	d-9	d+5,4
12 à 17	5	5	0,25	d-3	d+2,3	85 à 95	25	14	1	d-9	d+5,4
17 à 22	6	6	0,25	d-3,5	d+2,8	95 à 110	28	16	1	d-10	d+6,4
22 à 30	8	7	0,25	d-4	d+3,3	110 à 130	32	18	1	d-11	d+7,4
30 à 38	10	8	0,4	d-5	d+3,3	130 à 150	36	20	1,6	d-12	d+8,4
38 à 44	12	8	0,4	d-5	d+3,3	150 à 170	40	22	1,6	d-13	d+9,4
44 à 50	14	9	0,4	d-5,5	d+3,8	170 à 200	45	25	1,6	d-15	d+10,4
50 à 58	15	10	0,6	d-6	d+4,3	200 à 230	50	28	1,6	d-17	d+11,4

Tête cylindrique
à six pans creux

NF EN ISO 4762



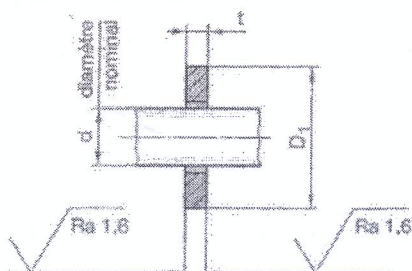
d	a	b	s1	s2	d	a	b	s1	s2
M1,6	3	3,52	1,5	0,9	M12	18	22,5	10	8
M2	3,8	4,4	1,5	1,3	M16	24	30	14	10
M2,5	4,5	5,5	2	1,5	M20	30	38	17	12
M3	5,5	5,5	2,5	2	M24	36	-	19	-
M4	7	8,4	3	2,5	M30	45	-	22	-
M5	8,5	9,3	4	3	M36	54	-	27	-
M6	10	11,3	5	4	M42	63	-	32	-
M8	13	15,8	6	5	M48	72	-	36	-
M10	16	18,3	8	6					

Longueurs l et longueurs filetées x

d	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100	110	120	130	140
1,6																											
2																											
2,5																											
3																											
4																											
5																											
6																											
8																											
10																											

Rondelles plates

NF EN ISO 10673



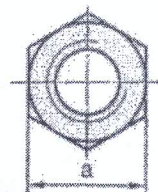
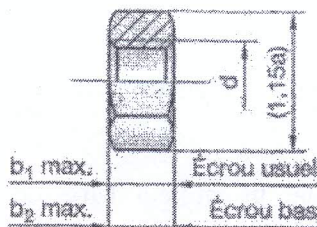
Type	5	N	L			
d	t	D	t	D	t	D
1,6	0,5	3,5	0,5	5	0,5	6
2	0,6	4,5	0,6	5	0,6	6
2,5	0,8	5	0,8	6	0,8	8
3	0,8	6	0,8	7	0,8	9
4	0,8	8	0,8	9	1	12
5	1	9	1	10	1	15
6	1,6	11	1,6	12	1,6	18
8	1,6	15	1,6	16	2	24
10	2	18	2	20	2,5	30
12	2	20	2,5	24	3	37
16	3	30	3	32	3	40

Écrous hexagonaux

Écrous bas hexagonaux

NF EN ISO 4032

NF EN ISO 4035



d	a	b1	b2	e
M1,6	3,2	1,3	1	-
M2	4	1,6	1,2	-
M2,5	5	2	1,6	-
M3	5,5	2,4	1,8	2,4
M4	7	3,2	2,2	3,2
M5	8	4,7	2,7	4
M6	10	5,2	3,2	5
M8	13	6,8	4	6,5
M10	16	8,4	5	8
M12	18	10,8	6	10
M16	24	14,8	8	13
M20	30	18	10	16



AVIS IMPORTANT AUX ETUDIANTS

1. Chacune des feuilles de votre copie doit comporter une étiquette code à barres placée à l'endroit indiqué «coller ici votre code à barres»
2. Une copie d'examen comporte une seule «feuille principale» et des «feuilles suites» Sur chacune de vos feuilles, le code à barres est obligatoire
3. Cette feuille d'examen est strictement personnelle Elle ne doit comporter aucun signe distinctif Elle doit être écrite en noir et/ou bleu
4. Le non respect de l'une de ces exigences peut faire attribuer la note ZERO à l'épreuve

NOTE

Coller ici votre
code à barre

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

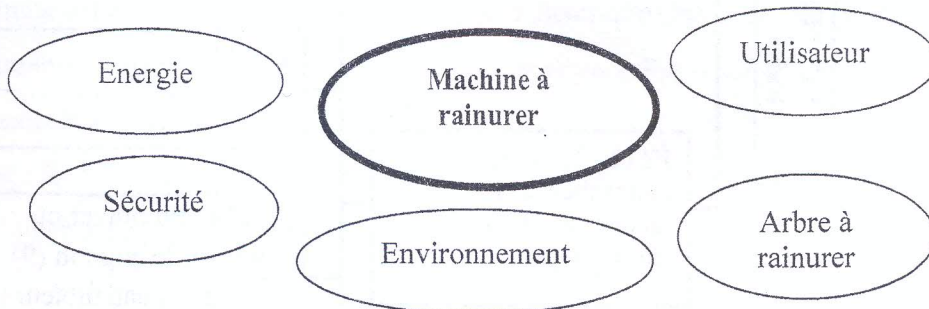
00	25	50	75

CONCEPTION MECANIQUE

I) ANALYSE FONCTIONNELLE (3.75 Pts)

I.1) ANALYSE FONCTIONNELLE EXTERNE

I.1.1) En se référant au dossier technique de la « machine à rainurer » compléter le diagramme de pieuvre tout en distinguant la fonction principale (FP) et les fonctions complémentaires (FC).

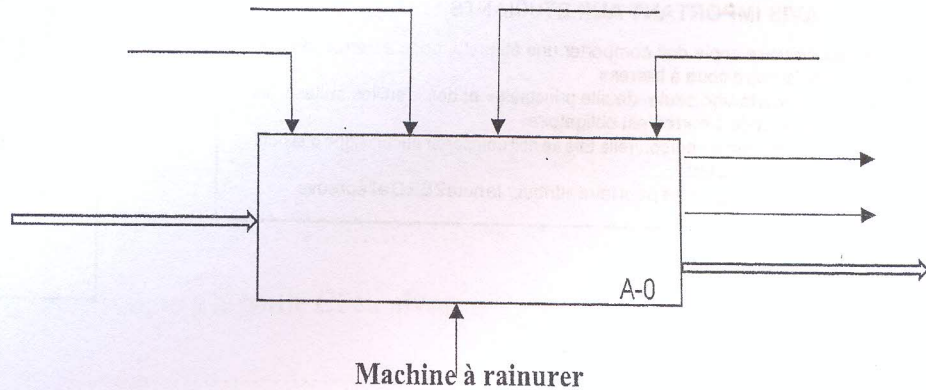


Fonction de service	Description
FP1	
	
	
	

Nom, prénom et signature de
l'enseignant surveillant

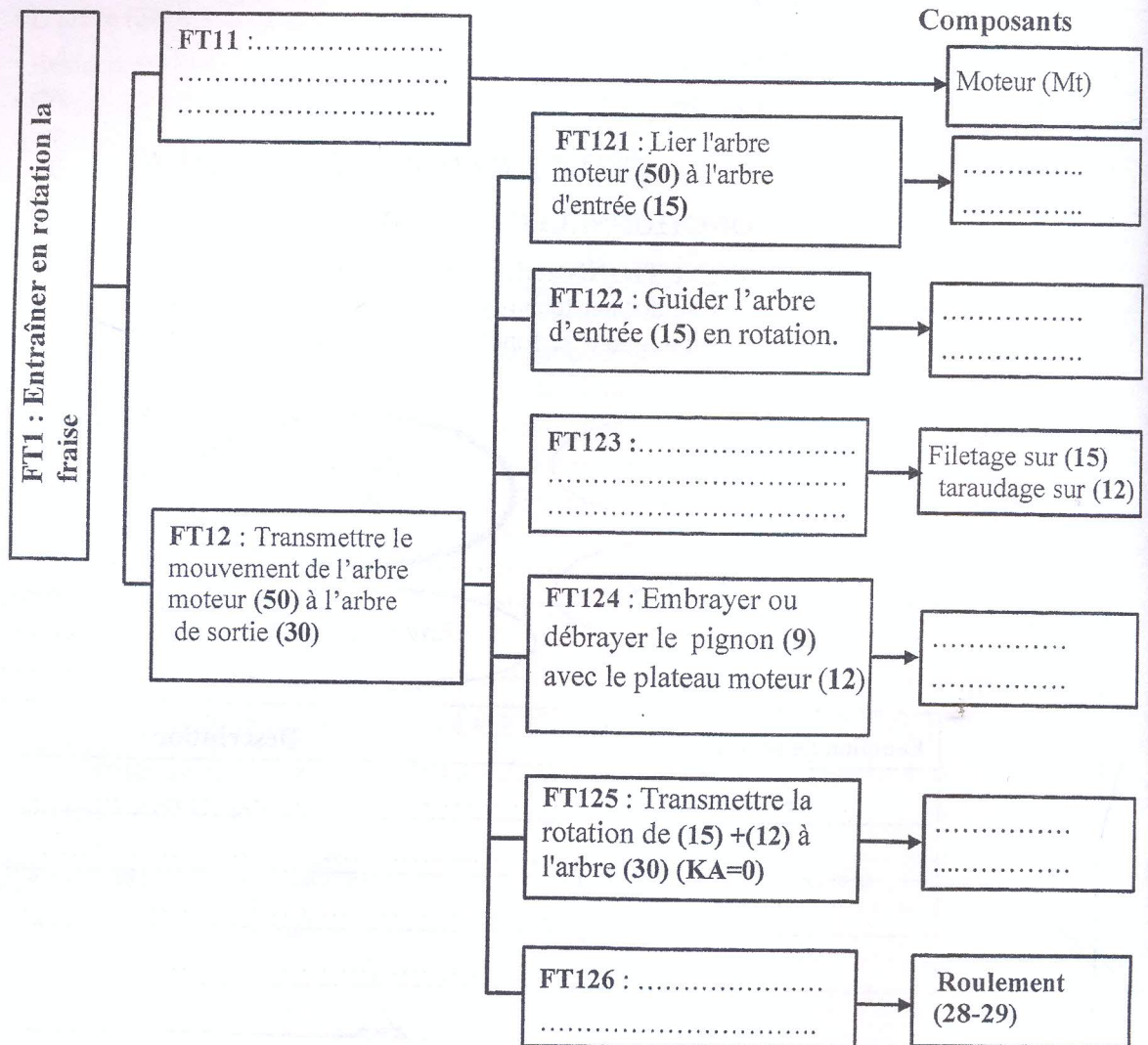


I.1.2) Compléter l'actigramme A-0 de la machine à rainurer.



I.2) ANALYSE FONCTIONNELLE INTERNE

Compléter le diagramme F.A.S.T descriptif relatif à la fonction FT1 entraîner la fraise en rotation.



II) ETUDE TECHNOLOGIQUE ET CINEMATIQUE (6.25 Pts)

Pour la suite du sujet d'examen, l'étude portera exclusivement sur le mécanisme « **tête de fraisage** » représenté par le dessin d'ensemble (page 2).

Ce mécanisme permet la transmission du mouvement de l'arbre moteur (50) jusqu'à la fraise à trois tailles (23) par l'intermédiaire d'un embrayage – frein électromagnétique et un couple d'engrenages (9-33) à denture **droite**.

II.1) En se référant au dessin d'ensemble de la tête de fraisage, établir (ci- dessous) les classes d'équivalences {A} et {B}, formées par les pièces (1,4,7,8,9,10,11,12,14,15) dans les positions **Débrayée** (freinée) et **Embrayée** :

Débrayée	Embrayée
{A} = {	{A} = {
{B} = {	{B} = {

II.2) Identifier le nom et la fonction de chacune des pièces indiquées dans le tableau suivant

Nom de la pièce	Fonction
(3) :	
(13) :	
(27) :	
(47) :	

II.3) La fraise est entraînée en rotation par le moteur électrique (Mt_1). Le moteur tourne à une vitesse maximale $N_M = 1500 \text{ tr/mn}$ et fournit une puissance $P_M = 0,765 \text{ kW}$.

La puissance au niveau de la roue (9) et $P_9 = 0,750 \text{ kW}$

On donne : $Z_9 = 27 \text{ dents}$, $Z_{33} = 23 \text{ dents}$, et le rendement de l'engrenage : $\eta = 0,96$

a- Calculer le couple moteur C_M :

.....

$C_M = \dots\dots\dots$

b- Calculer le couple transmis par la roue (9) C_9 :

.....

$C_9 = \dots\dots\dots$

c- Calculer le rapport de transmission (r_g) :

.....

$r_g = \dots\dots\dots$

d- Calculer la vitesse de rotation de la fraise (N_f)

$N_f = \dots\dots\dots$

e- Calculer la puissance (P_f) à la sortie de l'arbre (30) au niveau de la fraise (23) :

$P_s = \dots\dots\dots$

f- Calculer le couple à la sortie C_f au niveau de la fraise (23) :

$C_f = \dots\dots\dots$

II.5) Etude de la résistance au cisaillement et au matage de la clavette de forme A (27), entre (22) et (30). (NB : Relever les cotes nécessaires du dessin d'ensemble).

On donne :

- Couple maximale appliqué à fraise (23) : $C_f = 4 \text{ Nm}$
- L'arbre (30) est de diamètre : $d_{30} = \varnothing 12,5 \text{ mm}$
- Résistance pratique au **cisaillement** du matériau de la clavette : $\tau_p = 30 \text{ MPa}$
- Contrainte admissible au **matage** du matériau de la clavette : $P_{adm} = 20 \text{ MPa}$

A / Calculer la longueur minimale ℓ_c de la clavette pour que celle-ci résiste au cisaillement.

.....

.....

.....

.....

B/ Calculer la longueur minimale ℓ_m de la clavette pour que celle-ci résiste au matage.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Conclusion :

.....

III) COTATION FONCTIONNELLE ET TOLÉRANCEMENT (4.5 Pts)

III.1) Donner les ajustements qualitatifs des assemblages indiqués dans le tableau suivant. Les cotes nominales sont exigées

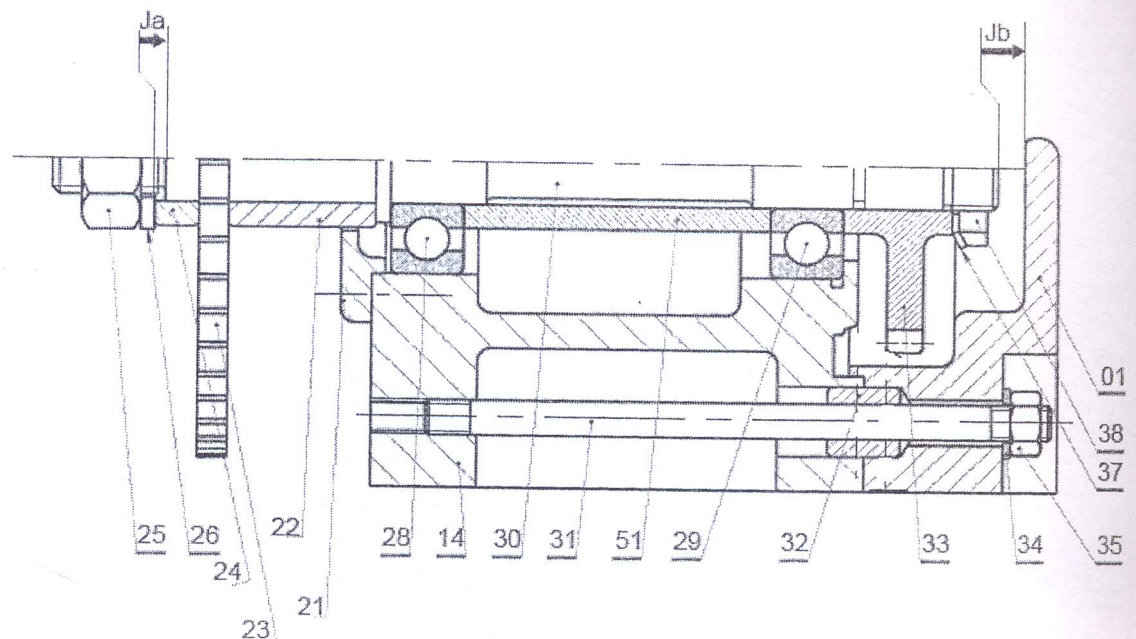
Assemblage	Ajustement	Assemblage	Ajustement
(24) / (30)	$\varnothing \dots\dots\dots$	(21) / (14)	$\varnothing \dots\dots\dots$
(27) / (30)	5 $\dots\dots\dots$	(48) / (49)	3 $\dots\dots\dots$

III.2) Justifier l'existence des conditions **Ja**, et **Jb**.

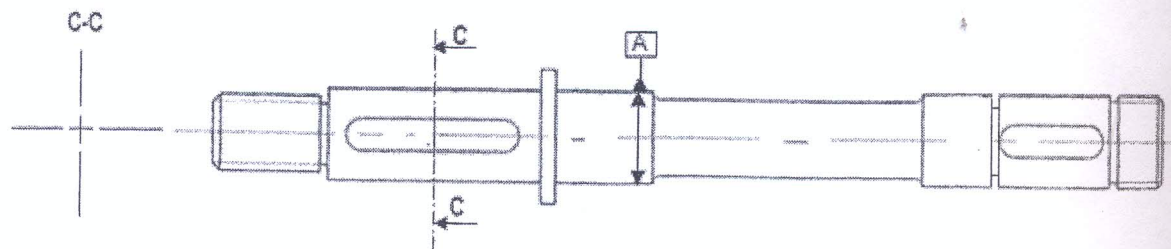
Ja :

Jb :

III.3) Tracer les chaines de cote relatives aux conditions **Ja** et **Jb**



III.4) Mettre en place les côtes fonctionnelles définies par les conditions (**Ja**) et (**Jb**) de l'arbre (30) ainsi que les états de surface et les conditions géométriques nécessaires au bon fonctionnement



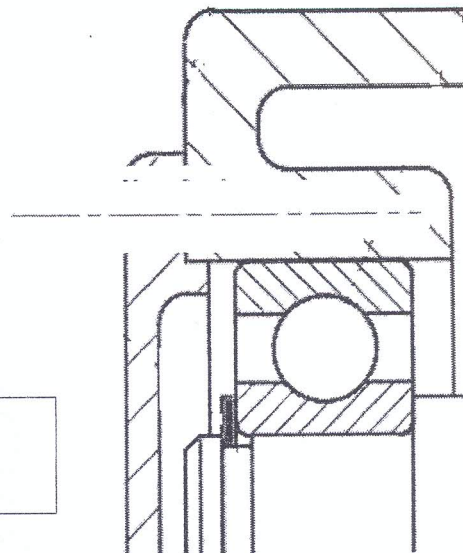


Coller ici votre
code à barre

IV) ETUDE GRAPHIQUE (5.5 Pts)

IV.1) La fixation du couvercle (17) et la pièce (14) est assurée par des vis cylindrique à six pans creux **M4**, trou borgne.

Compléter (sur le dessin suivant) à l'échelle 2:1 le montage de l'une de ces vis.



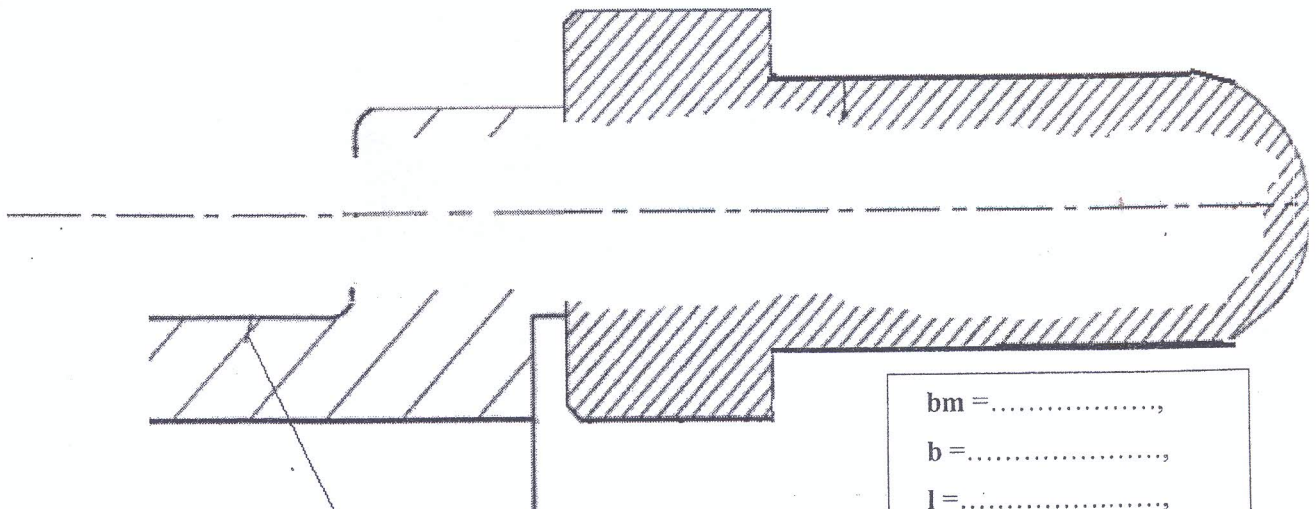
Désignation normalisée de la vis :

.....

IV.2) Liaison complète entre le flasque support moteur (1) et la machine de fraisage :

La liaison est assurée par quatre **goujons M5**, trou borgne, **rondelle** d'appui plate type S et **écrou hexagonal**.

Compléter à l'échelle 2:1, le montage de l'un de ces **goujons** dans la figure suivante.



bm =
b =
l =
x =

Désignation du goujon :



AVIS IMPORTANT AUX ETUDIANTS

1. Chacune des feuilles de votre copie doit comporter une étiquette code à barres placée à l'endroit indiqué «coller ici votre code à barres»
2. Une copie d'examen comporte une seule «feuille principale» et des «feuilles suites» Sur chacune de vos feuilles, le code à barres est obligatoire
3. Cette feuille d'examen est strictement personnelle Elle ne doit comporter aucun signe distinctif Elle doit être écrite en noir et/ou bleu
4. Le non respect de l'une de ces exigences peut faire attribuer la note ZÉRO à l'épreuve

NOTE

--

Coller ici votre
code à barre

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

00	25	50	75

EXAMEN N°1 DE FABRICATION MECANIQUE

A) Forgeage :

- I- On veut réaliser la pièce de la Figure 1 ci-dessous à partir de l'alliage C45 par forgeage. Les trous lamés, le chanfrein et la surface 2 et 4 sont usinés.

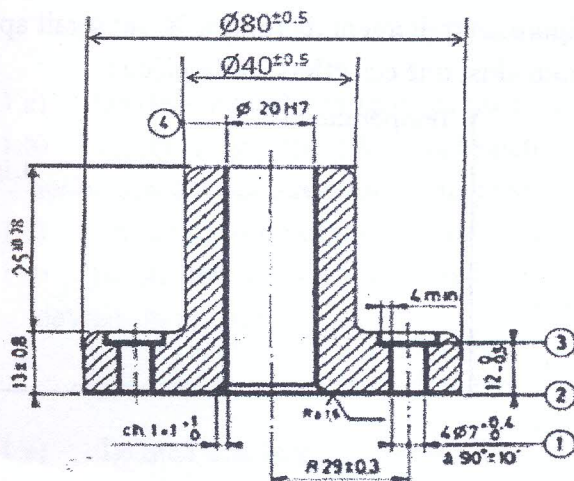


Figure 1. Support

Brut 1 : Production unitaire

Brut 2 : Production en série

Nom, prénom et signature de
l'enseignant surveillant



1) Si on se propose de fabriquer cette pièce avec une production unitaire. On demande de :

1.a) Indiquer le nom du procédé

.....

1.b) Citer les quatre opérations nécessaires pour l'obtention du brut poinçonné.

.....

1.c) Dans la case réservée au **brut 1** (page 1), esquisser le **brut 1** de cette pièce et montrer clairement les différences entre ce brut et la pièce finie

2) Si on se propose de fabriquer cette pièce avec une production en série. On demande de :

2.a) Indiquer le nom du procédé

.....

2.b) Quels sont les critères de choix du plan de joint ?

.....

2.c) Dans la case réservée au **brut 2** (page 1), esquisser le **brut 2** de la pièce dans ce cas, et montrer clairement les différences entre ce brut et la pièce finie.

2.d) Indiquer les types de machines utilisées dans cette production sérieelle ?

.....

3) Proposer graphiquement sur la figure un traitement thermique X qui serait approprié après le soudage des pièces, donner son nom ainsi que ces effets sur la pièce :

Nom du traitement :

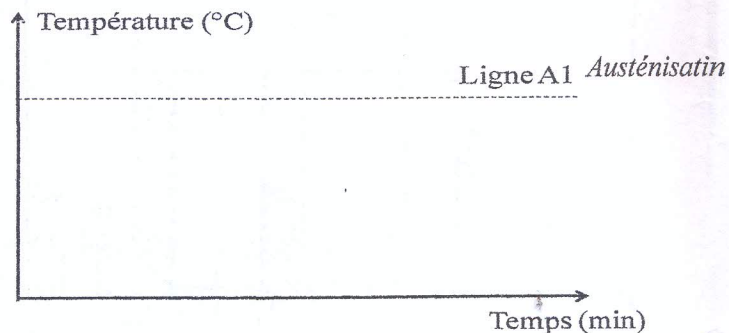
.....

Effets sur la pièce :

.....

.....

.....



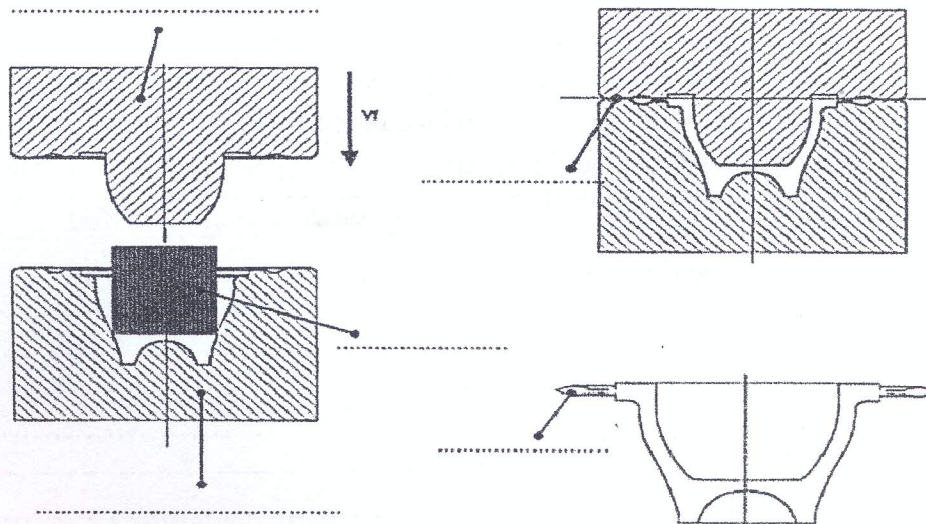
II- 1 Donner trois avantages du forgeage en matrice:

Avantage 1 :

Avantage 2 :

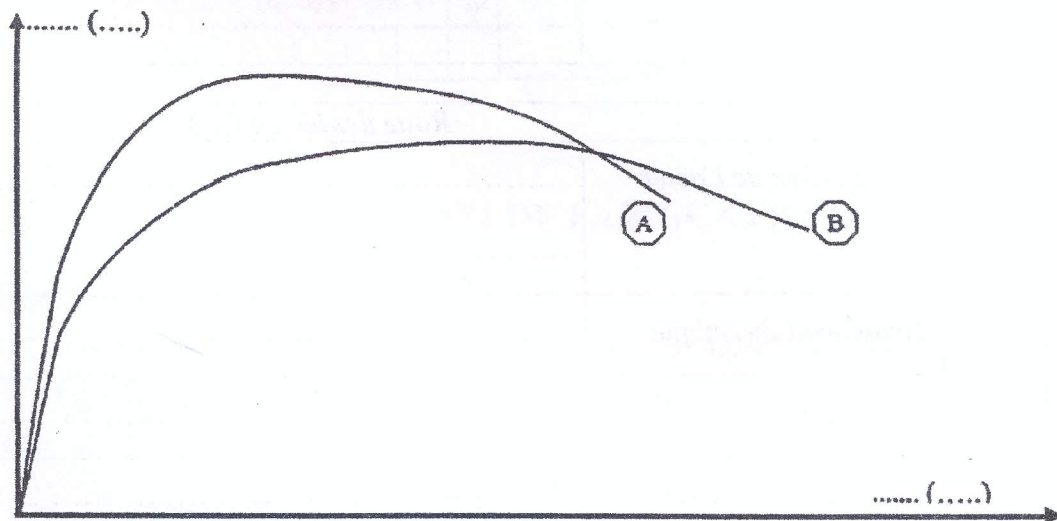
Avantage 3:

II- 2 Compléter la représentation schématique concernant le procédé de matriçage :



B) Essais mécaniques et traitements thermiques :

1) Les deux courbes de traction (A) et (B) ci-dessous sont celles de deux aciers au carbone trempés.



- 1.a) On demande d'identifier les axes du graphique ci-dessus par le symbole et l'unité.
- 1.b) Tracer la courbe (A') correspondant à l'acier trempé (A) après revenu sachant que sa résistance à la rupture en traction serait identique à celle de l'acier trempé (B).
- 1.c) Tracer par un trait interrompu la courbe (A'') correspondant à l'acier trempé (A) après recuit.
- 1.d) Si on désire mesurer la résilience de ces deux matériaux à l'état recuit, quelle machine devrait-on utiliser ?

1.e) Le quel des deux aciers est plus dur ?

1.f) Pour la mesure de la résilience à l'état recuit, suggérer un type d'éprouvette entaillée pour chacun des deux matériaux en justifiant votre réponse.

Eprouvette (A) : Justification :

- 2) On désire fabriquer par usinage deux roues dentées en acier : l'une en 42CrMo4 et l'autre en C12. Afin de conserver la résilience de ces matériaux en améliorant la dureté et la résistance mécanique en surface, on se propose de suggérer des traitements thermiques pour les deux matériaux. Compléter les tableaux suivants en situant ces traitements dans la gamme de fabrication (Usinage, Finition).

<i>Roue dentée en 42CrMo4</i>	
<i>Désignation de l'acier</i>	
<i>Traitement thermique</i>	
<i>Justification</i>	
<i>Etapes de fabrication</i>	Brut → → Pièce finie
<i>Réversibilité</i>	

<i>Roue dentée en C12</i>	
<i>Désignation de l'acier</i>	
<i>Traitement thermique</i>	
<i>Justification</i>	
<i>Etapes de fabrication</i>	Brut → → Pièce finie
<i>Réversibilité</i>	

- 3) Répondre en cochant une des cases Vrai ou Faux

<i>Vrai</i>	<i>Faux</i>	
		La trempe superficielle est appliquée sur les aciers de classe S et E
		La carbonitruration agit sur le même principe que la cémentation
		La trempe est un traitement thermochimique
		Un acier riche en carbone n'est pas trempable
		Les mesures de dureté sont les meilleurs moyens pour vérifier les effets des traitements thermiques volumiques
		L'essai de résilience peut remplacer l'essai de dureté pour vérifier les effets d'une trempe
		La carbonitruration est la diffusion de l'atome de carbone