

Niveau d'Etude: 1^{ère} Année

Semestre: 2

Filière: Préparation en Technologie (PT)

Date: Samedi 17 Mai 2025

Matière: Conception Mécanique (CM)

Durée: 3h15min

Nombre de pages CM: 5 pages (A3)

Documents:

Autorisés ☐

Documents à rendre CM: de page 3/5 à page 5/5

Non Autorisés ☒

ETUDE D'UNE UNITÉ DE POINÇONNAGE EN TÔLE MÉTALLIQUE

MISE EN SITUATION

L'unité de poinçonnage s'utilise sur toute sorte de presse et exécute un travail de poinçonnage, de grugeage, d'encoçage dans une tôle ou un profilé. Elle offre une solution économique pour des travaux de petites et moyennes séries (Figure 1).

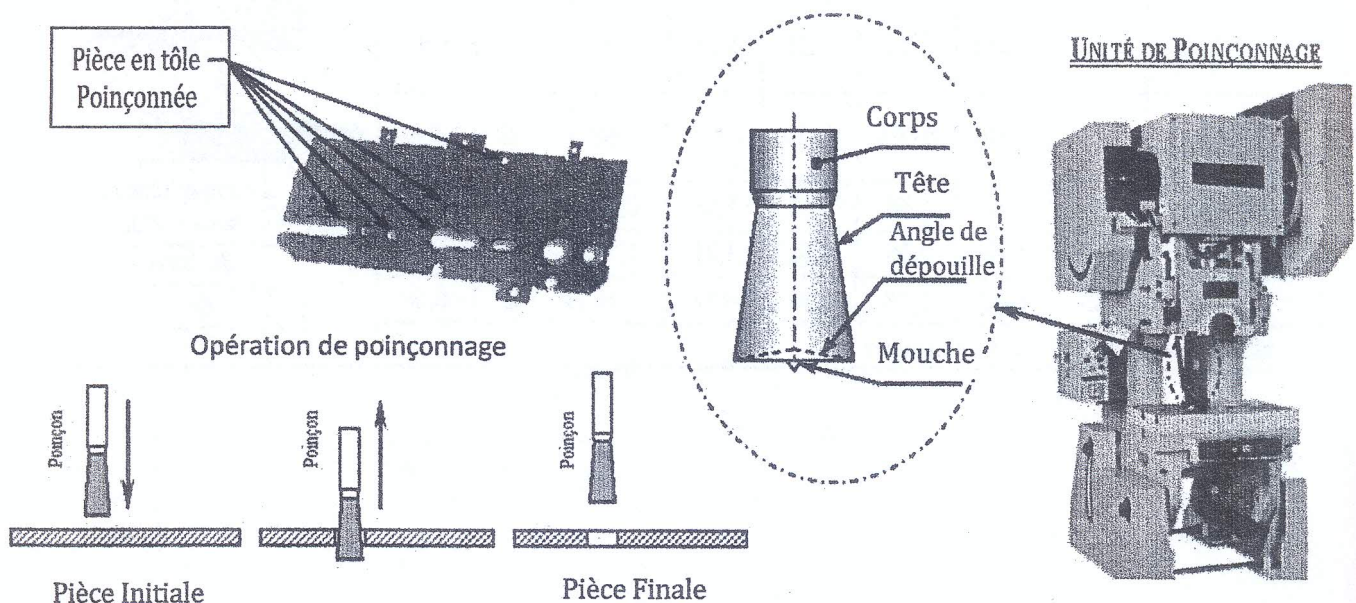


Figure 1

Un motoréducteur à moteur M (Document 2/5) impose un mouvement de rotation au pignon arbré (16) par rapport au carter (12). Ce mouvement est transmis et transformé par un système bielle (19) et une manivelle (17), afin d'obtenir un mouvement de translation alternative du piston porte poinçon (21). La matrice, qui permet d'obtenir la forme à poinçonner désirée, est montée à l'extrémité du poinçon.

ANNEXE :

Emmanchement forcé

- Pression minimale ($P_{\min}$) entre l'arbre et le moyeu permettant la transmission d'un couple

$$P_{\min} = \frac{2 \cdot M}{\pi \cdot d^2 \cdot l \cdot f}$$

$$S_{\min} = \frac{2 \cdot P_{\min} \cdot d \cdot D^2}{E \cdot (D^2 - d^2)}$$

- Serrage mini :

- Serrage mini réel : $S_{\min \text{ réel}} = S_{\min} + 4(Ra_A + Ra_M)$

- Pression admissible: $P_{adm} = 0,8 \cdot R_e \cdot \frac{D^2 - d^2}{2 \cdot D^2}$

- Serrage maxi: $S_{\max} = \frac{P_{adm}}{P_{\min}} \cdot S_{\min \text{ réel}}$

- serrage moyen théorique: $S_{\text{moyen}} = \frac{S_{\max} + S_{\min \text{ réel}}}{2}$

		p6	r6	s6	t6	u6	x6
—	3 Inclus	+12 +6	+16 +10	+20 +14	—	+24 +18	+26 +20
3	6	+20 +12	+23 +15	+27 +19	—	+31 +23	+36 +28
6	10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	—	+37 +28	+43 +34
10	14	+29 +18	+34 +23	+39 +28	—	+44 +33	+51 +40
14	18						+56 +45
18	24	+35 +22	+41 +28	+48 +35	— +54 +41	+54 +41 +61 +48	+67 +54 +77 +64
24	30						
30	40	+42 +26	+50 +34	+59 +43	+64 +48 +70 +54	+76 +60 +86 +70	—
40	50						

Roulements à une rangée de billes et à contact radial																
exécution normale										exécution particulière usuelles						
dimensions principales				vitesse limite tr/min graisse	série de base	épaulements en mm		charges de base		flasques		joints		rainure et segment d'arrêt		
<i>d</i> mm	<i>D</i> mm	<i>B</i> mm	<i>r</i> mm			<i>d</i> _a maxi	<i>D</i> _L mini	<i>C</i> daN	<i>C</i> ₀ daN	d'un côté	des 2 côtés	d'un côté	des 2 côtés	<i>D</i> _s	<i>e</i> _s	<i>L</i>
3	9	3	0,3	40 000	10			50	20	*	*	*	*			
	10	4	0,3	40 000	02	5,1	7,9	70	25	*	*	*	*			
4	13	5	0,4	38 000	02	5,7	11,4	130	50	*	*	*	*			
	16	5	0,5	36 000	03	6,5	12,5	190	70	*	*	*	*			
5	16	5	0,5	36 000	02	7,1	13,9	190	75	*	*	*	*			
	19	6	0,5	32 000	03	8,0	15,5	245	105	*	*	*	*			
6	19	6	0,5	32 000	02	8,1	16,9	245	105	*	*	*	*			
7	19	6	0,5	30 000	10	9,2	16,9	245	105	*	*	*	*			
	22	7	0,5	30 000	02	10,5	19,8	330	135	*	*	*	*			
8	22	7	0,5	30 000	10	10,5	19,3	330	135	*	*	*	*			
9	24	7	0,5	30 000	10	11,5	21,9	365	165	*	*	*	*			
	26	8	1	28 000	02	13,1	21,9	460	196	*	*	*	*			
10	26	8	0,5	28 000	10	12,8	23,6	460	196	*	*	*	*			
	30	9	1	26 000	02	14,6	25,8	600	265	*	*	*	*	34,7	1,02	3,18
	35	11	1	26 000	03	16,6	29,2	810	345	*	*	*	*	39,7	1,02	3,18
12	28	8	0,5	26 000	10	14,8	25,6	510	240	*	*	*	*			
	32	10	1	24 000	02	16,5	27,9	690	310	*	*	*	*	36,7	1,02	3,18
	37	12	1,5	20 000	03	18,1	31,3	970	420	*	*	*	*	41,3	1,02	3,18
15	32	9	0,5	23 000	10	18,3	29,1	560	285	*	*	*	*	36,7	1,02	3,18
	35	11	1	20 000	02	19,6	31,0	770	375	*	*	*	*	39,7	1,02	3,18
	42	13	1,5	18 000	03	21,2	36,1	1 130	540	*	*	*	*	46,3	1,02	3,18
17	35	10	0,5	22 000	10	20,7	31,7	600	325	*	*	*	*	39,7	1,02	3,18
	40	12	1	18 000	02	22,4	35,0	960	475	*	*	*	*	44,6	1,02	3,18
	47	14	1,5	16 000	03	24,5	40,3	1 350	660	*	*	*	*	52,7	1,02	3,58
	62	17	2	12 000	04	30,3	48,7	2 270	1 080	*	*			67,7	1,60	4,98
20	42	12	0,5	18 000	10	25,1	37,1	940	500	*	*	*	*	46,3	1,02	3,18
	47	14	1,5	15 000	02	26,2	41,1	1 280	660	*	*	*	*	52,7	1,02	3,58
	52	15	2	14 000	03	27,9	44,5	1 590	790	*	*	*	*	57,9	1,02	3,58
	72	19	2	10 000	04	37,4	69,6	2 950	1 550	*	*			78,6	1,60	4,98

Valeurs des coefficients X et Y suivant types de roulement

roulements rigides à billes (à contact radial)

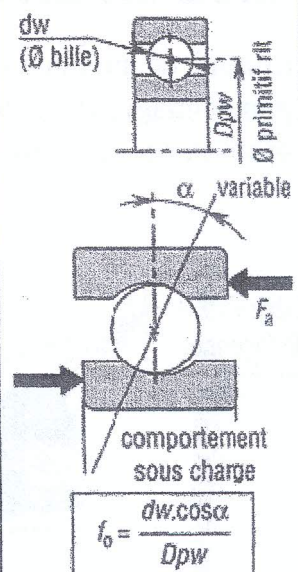
si $\frac{F_a}{F_r} \leq e$ alors $P = F_r$ ($X = 1$ et $Y = 0$)

si $\frac{F_a}{F_r} > e$ alors $P = 0,56.F_r + Y.F_a$

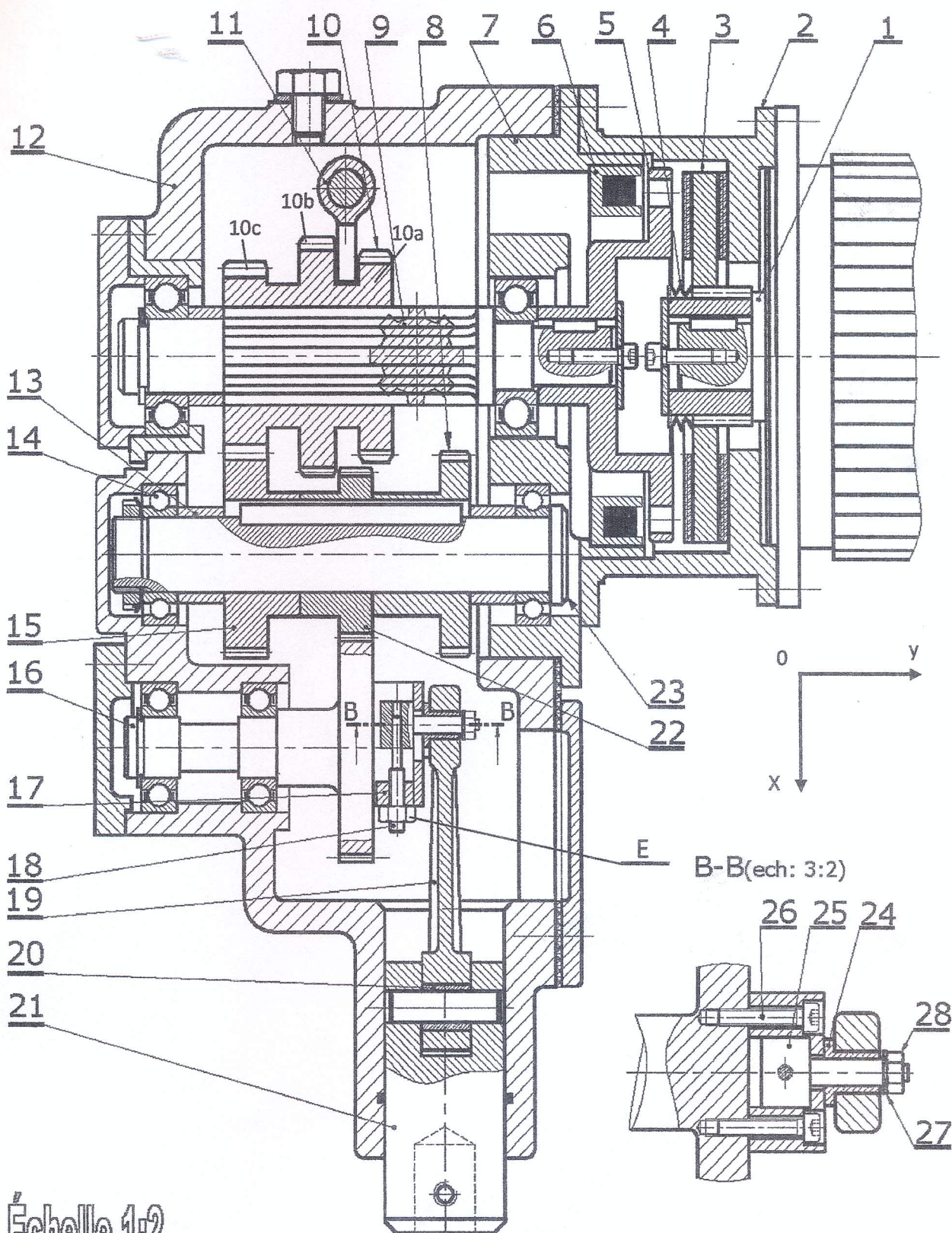
les valeurs de e et Y dépendent du rapport $\frac{f_0.F_a}{C_0}$ ou $\frac{F_a}{C_0}$ (voir ci-dessous)

$\frac{f_0.F_a^*}{C_0}$	0,172	0,345	0,689	1,03	1,38	2,07	3,45	5,17	6,89
$\frac{F_a^{**}}{C_0}$	0,014	0,028	0,056	0,084	0,110	0,170	0,283	0,42	0,5
X^*	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Y^*	2,30	1,99	1,71	1,55	1,45	1,31	1,15	1,04	1,00
e^*	0,19	0,22	0,26	0,28	0,30	0,34	0,38	0,42	0,44

* : valeurs NF ISO 281 ; ** : valeurs usuelles



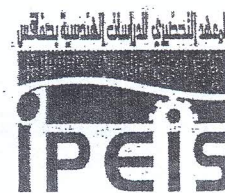
14	2	Roulement	28	1	Écrou hexagonal
13	2	Coussinet	27	1	Rondelle plate
12	1	Carter	26	4	Vis à tête cylindrique
11	1	Fourchette	25	1	Axe de manivelle
10	1	Roue dentée	24	1	Bague épaulée
9	1	Arbre primaire	23	1	Arbre intermédiaire
8	1	Roue dentée	22	1	Roue dentée
7	1	Boitier	21	1	Piston porte poinçon
6	1	Bobine	20	1	Coussinet cylindrique
5	1	Armature polaire	19	1	Bielle
4	6	Rondelle élastique	18	1	
3	1	Disque et garnitures	17	1	Manivelle
2	1	Bride	16	1	Pignon Arbré
1	1	Moteur M,	15	1	Roue dentée
Rep	Nb	Désignation	Rep	Nb	Désignation
Échelle 1:2		UNITÉ DE POINÇONNAGE			
					



Échelle 1:2

**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

TRAVAIL DEMANDÉ

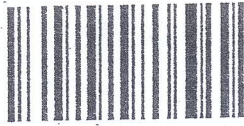
I.- ANALYSE FONCTIONNELLE

I.1 D'après le dessin d'ensemble de l'unité de poinçonnage (Document 2/5), compléter le diagramme FAST suivant.

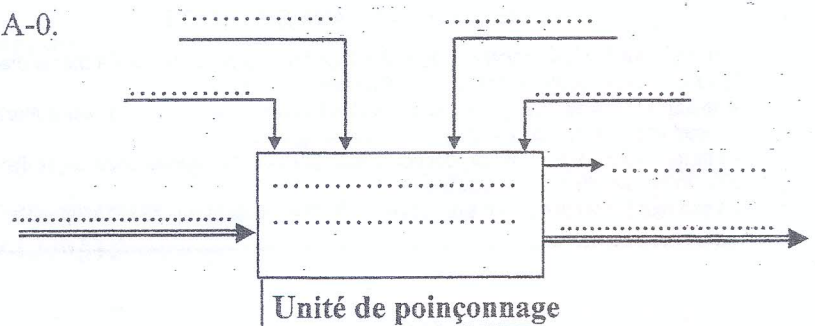
FT1	Animer le poinçon d'un mouvement de translation alternatif variable.	
FT11	Transmettre le mouvement de l'arbre moteur (1) à l'arbre primaire (9).	
FT12	Transmettre le mouvement de (9) à (16) avec possibilité de modifier la vitesse.	
FT13		Système bielle manivelle (17 – 19)
FT14	Maintenir le poinçon.	

Document 3/5

Nom, prénom et signature de l'enseignant surveillant		
---	--	--



I.2 Compléter l'actigramme A-0.



II. ETUDE CINEMATIQUE

II.1) En se référant au dessin d'ensemble, compléter la décomposition de l'ensemble unité de poinçonnage, en sous ensemble cinématique (Classes d'Equivalence Cinématique C.E.C.)

Rq : les pièces non repérées sont à ignorer.

Carter : {12} = {12,}

Arbre primaire : {9} = {9,}

Roue dentée : {10} = {10,}

Fourchette : {11} = {11,}

Disque et garnitures : {3} = {3,}

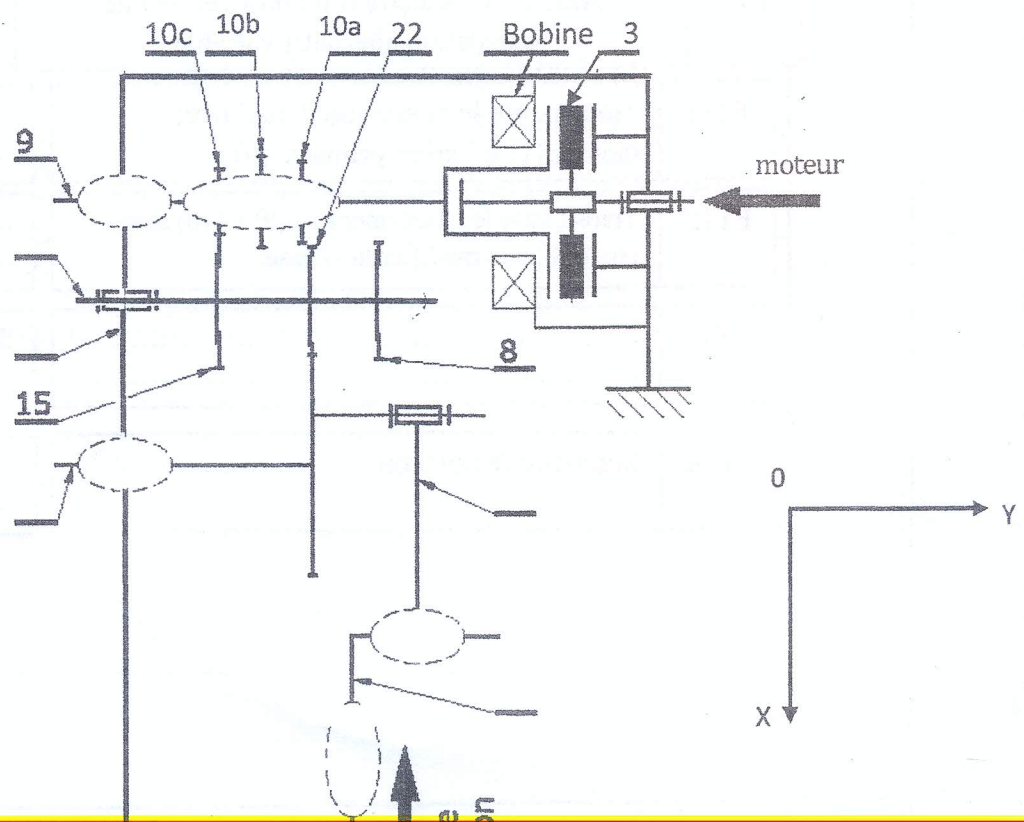
Arbre intermédiaire : {23} = {23,}

Pignon arbré : {16} = {16,}

Bielle : {19} = {19,}

Piston porte poinçon : {21} = {21,}

II-2) Compléter le schéma cinématique de l'unité de poinçonnage dans le plan (o,x,y) :

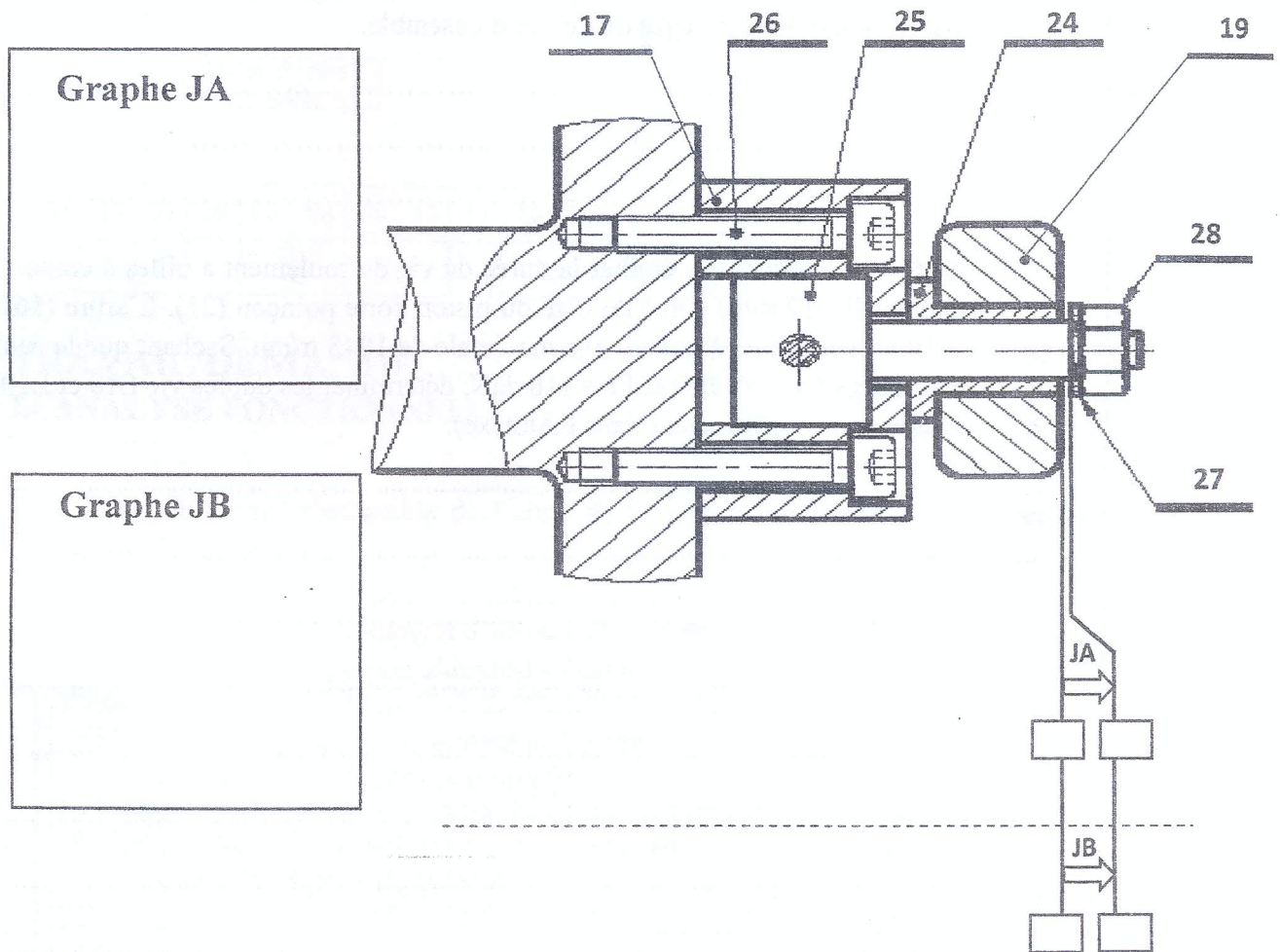


III.- COTATION FONCTIONNELLE

III-1) Donner les ajustements qualitatifs des assemblages indiqués dans le tableau suivant :

Assemblage	Ajustement	Assemblage	Ajustement
(5)/(9)	$\varnothing$ —.....	(7) / (12)	$\varnothing$ —.....
(24)/(19)	$\varnothing$ —.....	(25)/(24)	$\varnothing$ —.....

III-2) Tracer sur le dessin ci-après les chaînes de cotes relatives aux condition JA et JB.



IV.- ETUDE TECHNOLOGIQUE

IV-1) Expliquer la fonction de la vis (18) et de l'écrou (E).

.....

.....

IV-2) La vis (18) possède deux diamètres filetés à pas différents pourquoi ?

.....

Qu'appelle ton ce système ?

.....

IV-3) En se référant au dessin d'ensemble déterminer la course du piston porte poinçon.

.....

IV-4) Etant donné que le moteur tourne à une vitesse de 1440 tr/mn et que le nombre de dents relatif à chaque roue dentée et le suivant $Z_8 = 51$; $Z_{15} = 56$; $Z_{16} = 62$; $Z_{22} = 42$; $Z_{10a} = 36$; $Z_{10b} = 45$ et $Z_{10c} = 31$ dents.

Déterminer le nombre de coups du piston porte poinçon par minute correspondant à la disposition des engrenages du dessin d'ensemble.

.....

.....

.....

IV-5) Nous souhaitons étudier la durée de vie du roulement à billes à contact radial (**R**) ($D = 42$ mm, $B = 12$ mm) situé du côté du piston porte poinçon (21). L'arbre (16) est de diamètre $\varnothing 20$ mm et tourne à une vitesse maximale de 1045 tr/mn. Sachant que le roulement supporte une charge $F_a = 45$ daN et $F_r = 110$ daN, déterminer les durées vie L_{10} et L_{10H} (Voir extraits du document constructeur dans l'Annexe).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Coller ici votre
code à barre

Sachant que nous allons choisir un alésage normal de qualité H7c.à.d. $\phi 14 \text{ H7} = \phi 14_0^{+0,018}$



L2

L3

L4

IV-7-2) Ecrire, au point O' , les torseurs cinématiques relatives à chaque liaison.

[illegible]

IV-7-3) Par une étude cinématique, déterminer le degré de mobilité m du mécanisme. En déduire le degré d'hyperstatisme h .

This image shows a single sheet of white paper with ten evenly spaced horizontal dotted lines, typical of primary-ruled notebook paper. The lines are light gray and extend across the full width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[Faint handwritten notes are visible at the top left of the page.]

On donne : $\{\tau_E\} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & M_E \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{O'}$ le torseur d'entrée appliqué à (16).

$$\{\tau_s\} = \begin{Bmatrix} X_s & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_c \text{ le torseur de sortie appliqué à (21).}$$

Pour le solide (16) au point O',
Pour le solide (19) au point B,
Pour le solide (21) au point B.

[illegible]



.....

.....

.....

.....

I- ETUDE DE CONCEPTION GRAPHIQUE

L'engrenage (22,16) étant à dentures hélicoïdales, pour mieux encaisser les efforts axiaux supportés par le pignon arbré 16. On se propose de remplacer les deux roulements à une rangée de billes à contact radial par deux roulements à une rangée de billes à contact oblique **R1 et R2**.

V-1) Quel type de montage doit-on choisir (montage en **O** ou montage en **X**)?

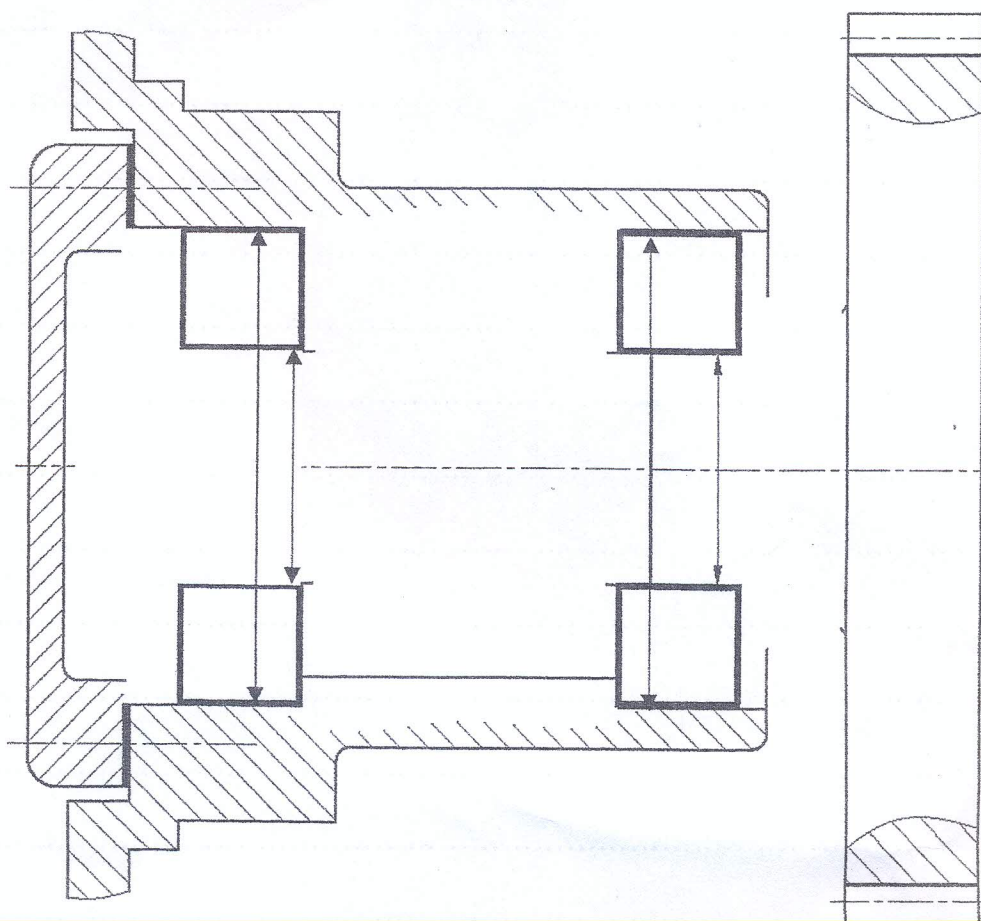
.....

Justifier votre choix :

.....

V-2) On demande de:

- Compléter à l'échelle 3:2 le montage des roulements.
- Inscrire qualitativement la cotation des assemblages fonctionnels.





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

Examen N°2 de Fabrication Mécanique

A- ÉTUDE DE LA MISE EN FORME PAR PLIAGE

Une patte de fixation en profilé de tôle représentée à la Figure 1 est obtenue par le procédé de pliage d'une tôle d'épaisseur $e=4\text{mm}$ et de largeur $l = 300\text{ mm}$. La résistance à la rupture de la tôle à plier $R_r = 450\text{ N/mm}^2$.

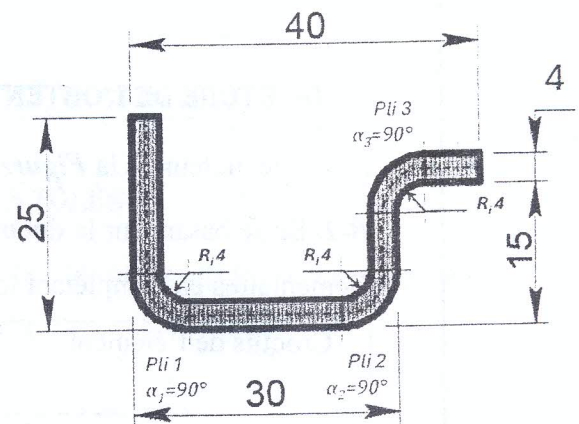


Figure 1. Patte de fixation obtenue par pliage

L'effort de pliage F_p est donné par la relation suivante :

$$F_p = C \cdot l \cdot R_r \cdot \frac{e^2}{v}$$

Le coefficient C sera choisi à partir du Tableau 1.

Tableau 1. Coefficient C

V	$5e$	$10e$	$15e$	$20e$	$25e$	$30e$
C	1,45	1,27	1,22	1,18	1,17	1,17



A-1. Calculer la longueur développée L_d avant l'opération de pliage. Le calcul sera développé par rapport à la fibre neutre, située au milieu de l'épaisseur de la tôle.

.....

.....

.....

$L_d = \dots\dots\dots mm$

A-2. L'opération de pliage sera réalisée sur une presse plieuse, à l'aide d'un poinçon et une matrice en forme de « V » d'ouverture égale à 20 mm. Calculer l'effort de pliage F_p (en tonnes).

.....

.....

.....

$F_p = \dots\dots\dots T$

B- ÉTUDE DE L'OBTENTION D'UN CACHE MOTEUR

Le cache moteur de la **Figure 3** est fabriqué à partir d'une plaque de tôle en **S235** d'épaisseur $e=2mm$.

B-1. En se basant sur le **document technique (DT01)**, décomposer le cache moteur en éléments élémentaires en complétant le **tableau 2** :

Croquis de l'élément	Expression analytique ($\frac{4}{\pi} S_i$)	Calcul
		
		
		

B-2. Déterminer le diamètre du flan D_f .

$D_f = \dots\dots\dots \text{mm}$

B-3. Calculer l'effort de découpage du flan circulaire F_p sachant que $R_c=240\text{MPa}$.

$F_p = \dots\dots\dots \text{kN}$

B-4. Calculer l'effort d'emboutissage F_E .

$F_E = \dots\dots\dots \text{kN}$

B-5. Calculer l'effort du serre-flan F_{sf} .

$F_{sf} = \dots\dots\dots \text{kN}$

C- ETUDE DES PROCÉDÉS DE DECOUPAGE DES TÔLES

Un bureau d'étude propose la solution schématisée dans la **Figure 2** pour le poinçonnage des plusieurs trous présents dans une coupelle d'amortisseurs.

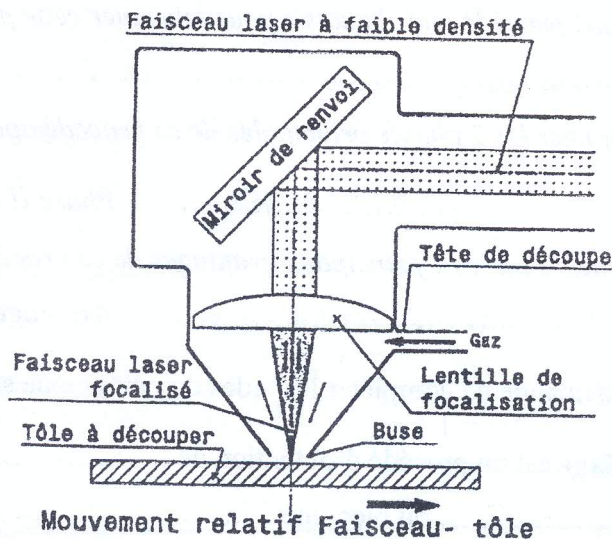


Figure. 2 Opération de poinçonnage

C-1. Définir la technique présentée dans la **Figure 2**.

C-2. Citer au moins deux avantages et deux inconvénients associés au procédé de la **Figure 2**.

Avantages	Inconvénients
.....	
.....	

C-3 Proposer 3 autres techniques différentes pour le poinçonnage des trous. Donner au moins un avantage de chaque technique.

N°	Nom du procédé	Avantage du procédé
1-		
2-		
3-		

D- PROCÉDÉS D'ÉLABORATION DU BRUT

D-1. On désire obtenir des coussinets avec collerette en matière plastique. Remplir le tableau suivant

	Thermoplastiques	Thermodurcissables
<i>Avantages</i>		
<i>Procédé d'obtention</i>		
<i>Etapas du cycle de mise en forme</i>		

D-2. Soit à fabriquer en grande série des coussinets autolubrifiants en alliage de cuivre.

- Quel procédé faut-il choisir pour fabriquer cette pièce ?

.....

- Donner les 2 phases principales de ce procédé après mélange.

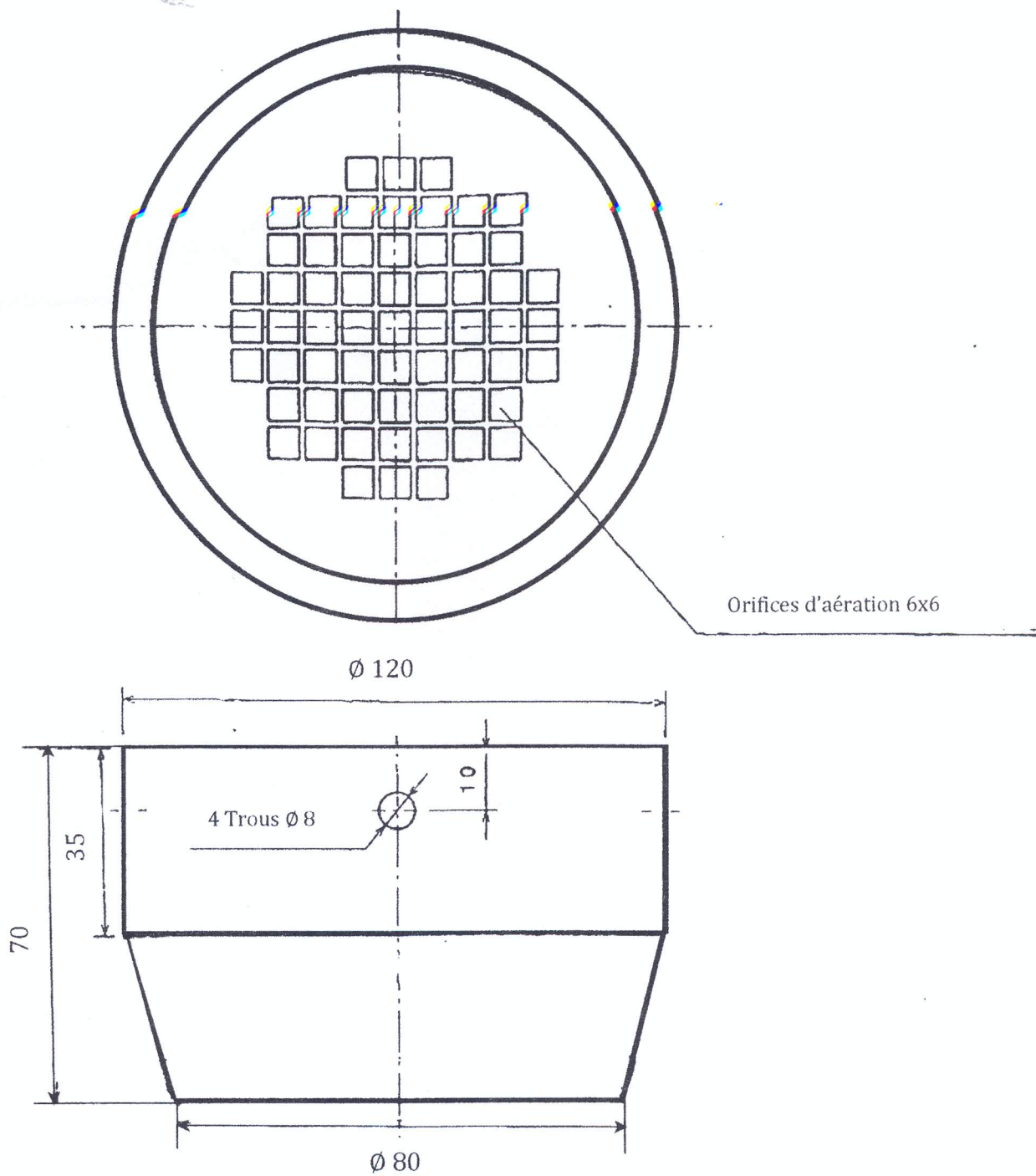
Phase I : Phase II :

- Quels sont les 2 principaux avantages de ce procédé dans ce cas particulier ?

Avantage I : Avantage II :

D-3. On demande de compléter les vides du paragraphe suivant.

Le soufflage est un procédé d'obtention de à partir d'une
..... ou bien une obtenue soit par
soit par



Effort de poinçonnage : $F_p = \pi \cdot D_f \cdot e \cdot R_c$

Effort d'emboutissage : $F_E = k \cdot \pi \cdot D \cdot e \cdot R_r$

Effort du serre-flan : $F_{sf} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot P_{sf}$

avec : $R_c = 0,8 \cdot R_r$

$k = 0,55$

$P_{sf} = 2,5 \text{ MPa}$

Figure. 3– Cache moteur