

Brevet de Technicien Supérieur
en
Mise en Forme des Matériaux par Forgeage

Session 2001

Epreuve E 4
Etude des Systèmes d'outillage

Sous épreuve U 4.1
Comportement mécanique d'une machine et de son outillage

Temps alloué : 2H00

Coefficient : 1

DOCUMENTS REMIS AU CANDIDAT :

- Sujet de l'épreuve (pages 2 à 4).
- ANNEXE 1 : Plan de la « Noix de tenailles »
- ANNEXE 2 : Photos de la pièce et de la presse.
- ANNEXE 3 : Caractéristiques principales de la presse.
- ANNEXE 4 : Tableaux et graphiques 1 à 7 de la démarche de 'Calcul d'engin' (pages 8 à 14).

DOCUMENTS DISPONIBLES :

- Copies de rédaction
- Feuilles préimprimées de « Calcul prévisionnel de l'effort et de l'énergie »
- Feuilles de brouillon

DOCUMENTS PERSONNELS AUTORISES :

- Tous

Estampage de la « Noix de tenailles » sur la presse mécanique « BRET PAFR 32 »

Objectifs

- A- Vérifier la faisabilité mécanique de l'opération d'estampage finition de la pièce nommée « **Noix de tenailles** » sur la presse mécanique « **BRET PAFR 32** ».
- B- Dimensionner les surfaces de contact des outillages en fermeture à vide.

N. B. Ces deux études peuvent être menées indépendamment.

Dossier technique

La pièce dont le dessin de définition est donné en ANNEXE 1 doit être fabriquée suivant la gamme :

- Débit du lopin (\varnothing 18, L 95) par cisailage sur presse BLISS.
- Chauffage à 1250°C par induction sur chauffeuse CELES.
- Cambrage et estampage finition sur presse « BRET PAFR 32 ».
- Ebavurage sur presse BLISS.
- Recuit, grenailage et calibrage en parachèvement.

La masse de la « **Noix de tenailles** » (photos en ANNEXE 2) avoisine les 100 grammes.

La presse « **BRET PAFR 32** » (photo en ANNEXE 2) est ici décrite par les données du constructeur 'Caractéristiques principales' (ANNEXE 3), et quelques informations extraites du dossier technique de la machine :

- Le moteur électrique entraîne le volant de la presse par l'intermédiaire de courroies.
Les diamètres des poulies sont :
 - pour le moteur : $D_m = 220$ mm,
 - pour le volant : $D_v = 1030$ mm.
- Le volant d'inertie, en acier, est assimilé à un cylindre de dimensions approximatives :
 - Diamètre : $D_v = 1030$ mm
 - Epaisseur : $E_v = 260$ mm.

- Le volant entraîne la roue dentée de l'embrayage par l'intermédiaire d'un pignon. Le nombre de dents du pignon est de 18 et le nombre de dents de la roue dentée est de 115.
- Un départ de cycle de pressage correspond au défreinage et à l'embrayage quasi simultanés du vilebrequin avec la roue dentée.

Travail demandé

A-1- Déterminer la force ultime de forgeage et de l'énergie utile de forgeage de la pièce « Noix de fougilles ». Pour faire ce calcul, considérer la température en fin de forgeage proche de 1050°C ; la pièce est chauffée à 1250°C, mais il y a une forte perte de température due à la petite taille de la pièce.

N. B. : Le document « Calcul prévisionnel de l'effort et de l'énergie » sera complété des calculs et de la justification des choix opérés sur feuille de copie.

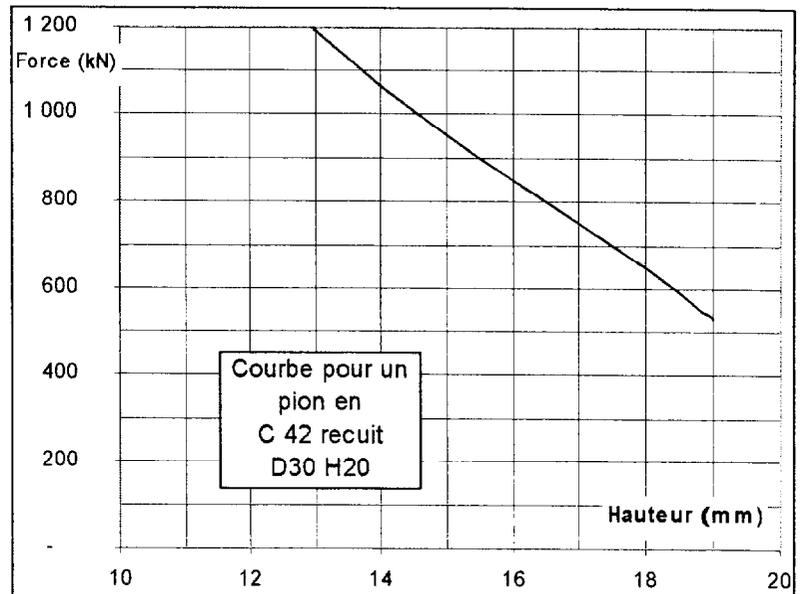
A-2- Comparer les besoins avec les capacités mécaniques de la machine et conclure.

Au besoin, les calculs nécessaires seront correctement présentés et expliqués.

B-3- Etude du comportement élastique de la presse

Pour déterminer ce comportement, on utilise la méthode des pions, avec un ou plusieurs pions de diamètre initial 30mm et de hauteur initiale 20 mm.

La courbe caractéristique d'effort en fonction de la hauteur d'écrasement de ces pions est donnée.



Trois essais ont été réalisés :

1^{er} essai : 1 pion ; Hauteur visée 17,1 mm ; Hauteur mesurée sur le pion 17,6 mm.

2^{ème} essai : 2 pions ; Hauteur visée 17,1 mm ; Hauteur mesurée sur les pions 18,1 mm.

3^{ème} essai : 1 pion ; Hauteur visée 15,7 mm ; Hauteur mesurée sur les pions 17,7 mm.

Commenter les résultats de ces essais, puis tracer la courbe donnant le cépage de la presse en fonction de l'effort de forgeage.

Déterminer la raideur de la presse.

B-4- Détermination de la surface d'appui des outillages lors d'un passage à vide

Pour cette étude on prendra le cas d'une pièce (pièce différente de la pièce étudiée précédemment) nécessitant un effort ultime de forgeage de 2800 kN, avec un cordon de bavure d'épaisseur égale à 1,5 mm et de surface égale à 2500 mm².

Dans le cas où les outillages seraient prévus sans surface de frappe, ni pseudo plan de frappe, expliquer à l'aide de schéma les situations suivantes :

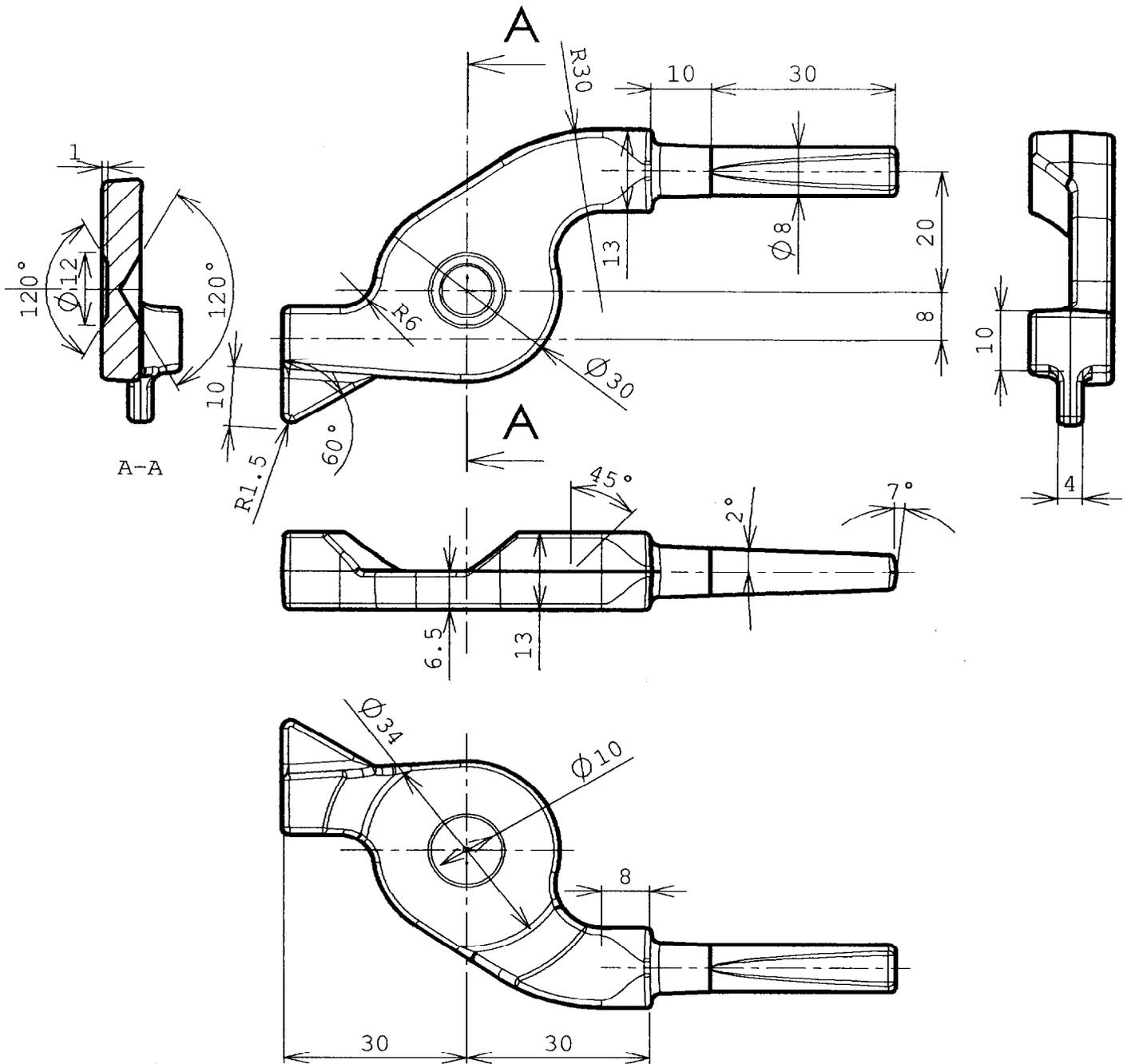
- a- Frappe normale d'estampage (pièce en gravure).
- b- Frappe à vide (aucune pièce dans aucune gravure).
- c- Position théorique à vide et sans effort (les outillages se croisent !).
- d- Déterminer l'effort dans le cas d'une frappe à vide.
- e- Déterminer la pression de contact au niveau du cordon dans ce cas.

Pour soulager le cordon, on réalise un pseudo plan de frappe surélevé de 0,2 mm par rapport au cordon ($\varepsilon - 0,4 = 1,1$ mm).

- f- Déterminer dans ce cas la surface qu'il doit avoir pour ne pas dépasser une pression de contact de 100 MPa.

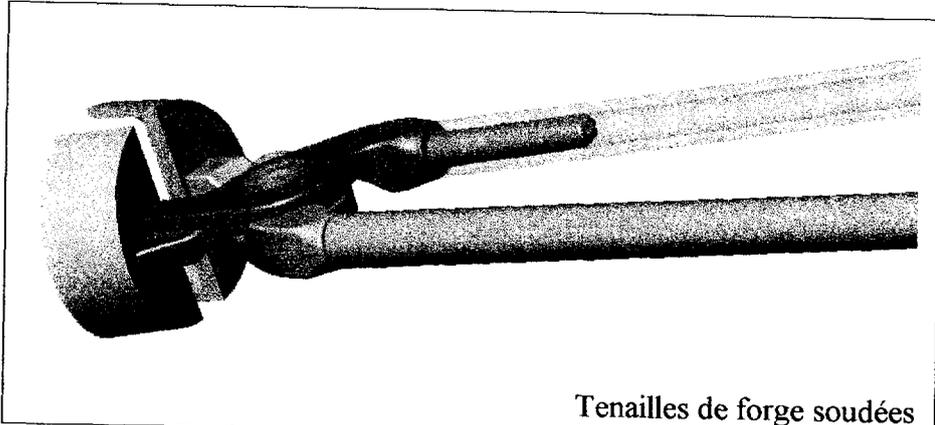
Pour diminuer les dispersions sur les épaisseurs des pièces fabriquées, on réalise une surface de frappe que l'on veut amener en contact à chaque coup de presse (calibrage). La presse est réglée et atteint alors son maximum d'effort à chaque frappe.

- g- Déterminer dans ce cas la dimension de la surface de frappe pour ne pas dépasser une pression de contact de 100 MPa.
- h- Donner la valeur du serrage des matrices correspondant.



Rayons non cotés : R = 1
 Traces d'éjecteurs nons admises sur les faces planes
 Tolérances dimensionnelles suivant Norme NF 82-002
 Qualité F (M1/S3)
 Longueurs, largeurs, hauteurs, épaisseurs : +1 / -0,5
 Déport : 0,4
 Saillie résiduelle de bavure ou plat d'ébavurage : 0,5
 Rectitude et planéité : 0,6
 Rayons : + 50 % / - 25 %

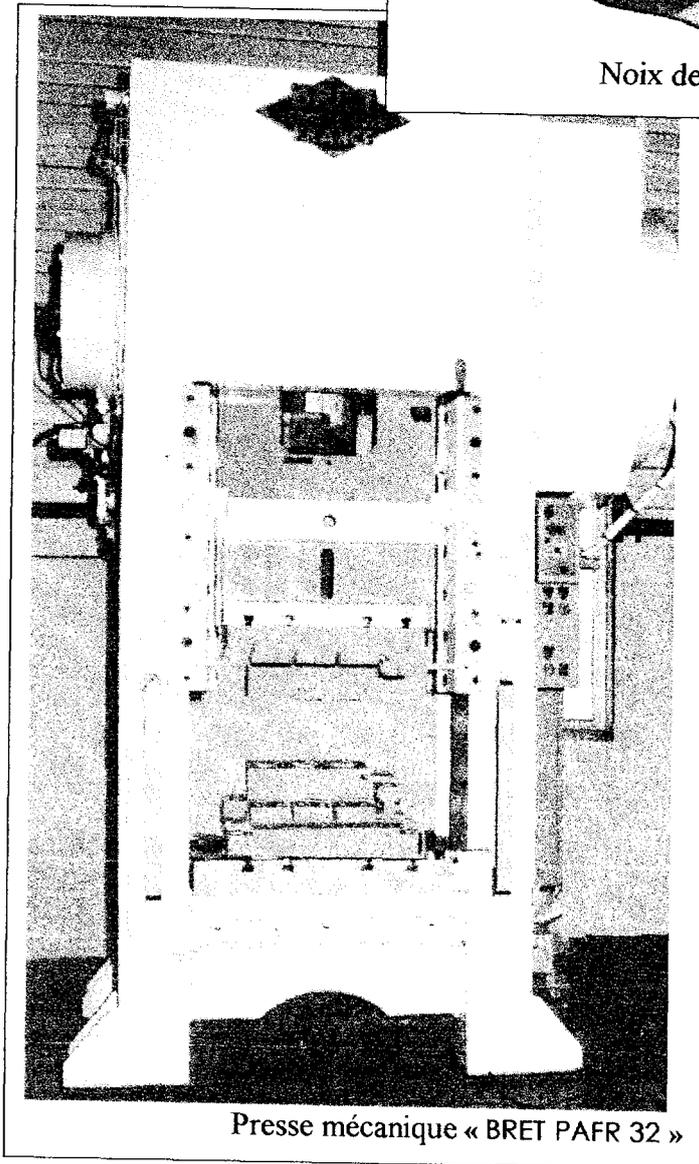
1	2	Noix de tenailles	C 48	
Rep.	Nb.	Désignation	Matière	Observations
Echelle	1 : 1	Date : 05/2001	Dessiné : X. Y.	Académie d'Amiens
		TENAILLES DE FORGE Noix de tenailles		B. T. S. Mise en Forme des Matériaux par Forgeage U 4.1 : Comportement mécanique d'une machine et de son outillage ANNEXE 1



Tenailles de forge soudées



Noix de tenailles avant perçage et soudage



Presse mécanique « BRET PAFR 32 »

ANNEXE 2

**Caractéristiques principales de
La PRESSE MECANIQUE « BRET PAFR 32 »**

Force maximale à 10 mm du Point Mort Bas---	3200 kN
Cadence à la volée-----	50 coups/mn
Course fixe-----	250 mm
Coulisseau équilibré à 5 bars	
Réglage de la position du coulisseau-----	100 mm
Hauteur maximale entre la table et le coulisseau au Point Mort Haut-----	
	900 mm
Largeur / Profondeur de la table-----	1000/900 mm
Largeur / Profondeur du coulisseau-----	800/800 mm
Course d'éjection supérieure (option)-----	100 mm
Puissance du moteur électrique-----	18 kW
Vitesse du moteur-----	1500 tr/mn
Couple d'embrayage (air à 5 bars)-----	140000 Nm
Couple de freinage-----	5000 Nm

ANNEXE 3

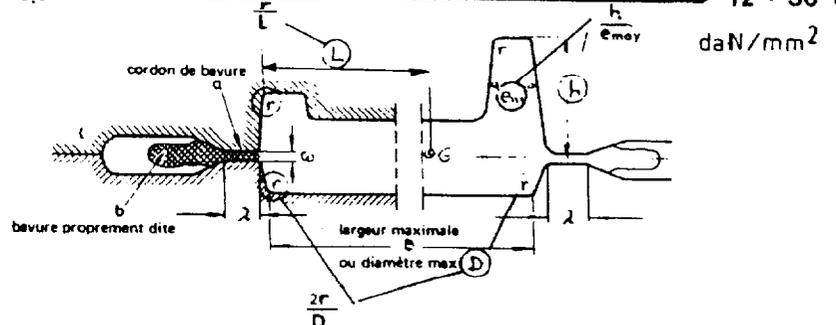
TABEAU 1
CARACTÈRE DE COMPLEXITÉ ou **SIMPLICITÉ**
 des gravures d'estampage
CLASSIFICATION par les **CONSTRAINTES** (en hectobars) -

En fonction de ses 2 CRITÈRES
 filage par un orifice
 acuité des arêtes

Largeur ou diamètre (en mm)	Valeurs de λ en mm	
	Cas d'une presse	Cas d'un marteau-pilon
40	4	6
60	5	7
80	6	8
100	7	9
125	7,5	9,5
150	8	10
175	9	11
200	9,5	11,5
240	10,5	12,5
280	12	14
320	13	15
360	15	17
400	16	18

$E \geq 1,5 \text{ mm}$

CRITÈRES		CONSTRAINTES EXERCÉES	
Par le filage	Par l'acuité	Sur la pièce	Sur le Cordon
$\frac{h}{e}$	$\frac{r}{L}$ ou $\frac{2r}{D}$	p	q
1	4	1050	950
1.5	4.5	49	28
2	5	50	28,5
2.5	5.5	52	29
3	6	54	30
3.5	6.5	56	31
		58	32
		60	33
		62,5	35
		65	36
		69	37
		72	38

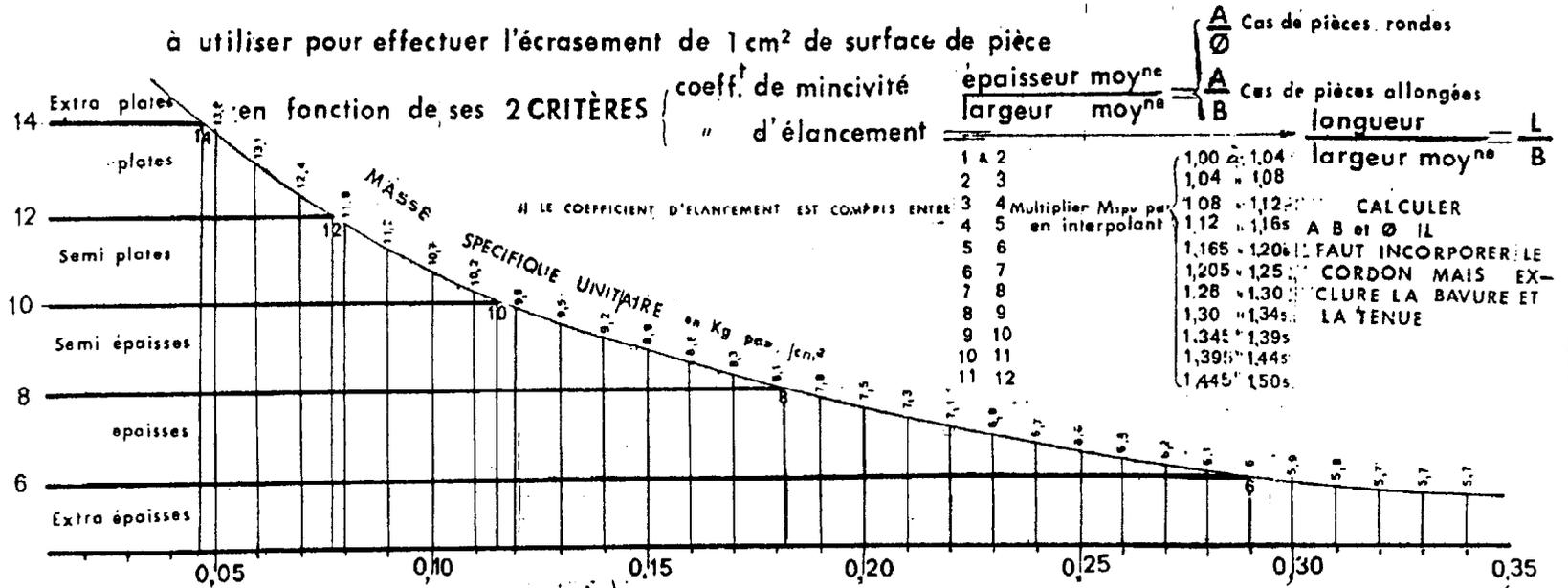


ANNEXE 4

CARACTÈRE DE MASSIVITÉ ou MINCIVITÉ des pièces estampées

CLASSIFICATION par la MASSE SPECIFIQUE UNITAIRE

à utiliser pour effectuer l'écrasement de 1 cm² de surface de pièce



CRITÈRE DE MINCIVITÉ Calculer A & B

A = $\frac{\text{Volume}}{\text{Surface}}$

B = $\frac{\text{Surface}}{\text{longueur}}$

Puis diviser A par B Pour pièces RONDES utiliser $\frac{A}{\varnothing}$

GRAPHIQUE 2

N'UTILISER CE TABLEAU QU'EN L'ABSENCE D'ÉTUDE PRÉCISE DE FABRICATION

% de bavure conseillé en vue de déterminer le nombre de chocs pour matricer une ébauché préfabriquée La tenue, quand elle est prévue n'intervient pas dans ce % - (Elle ne modifie pas le nombre des chocs)

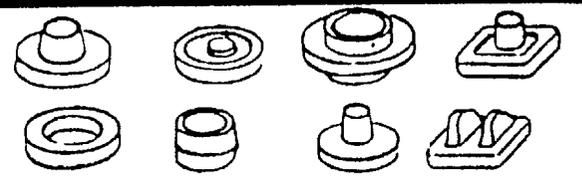
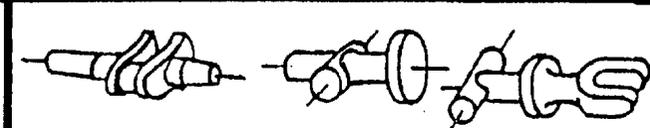
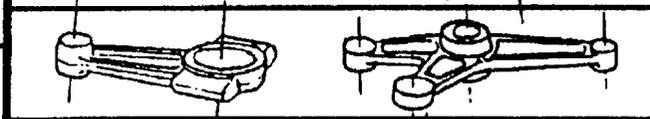
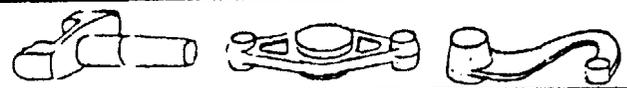
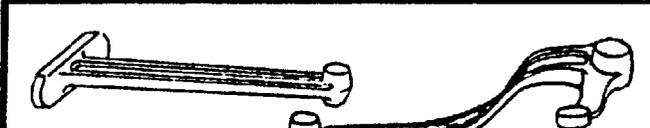
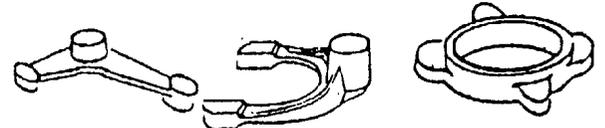
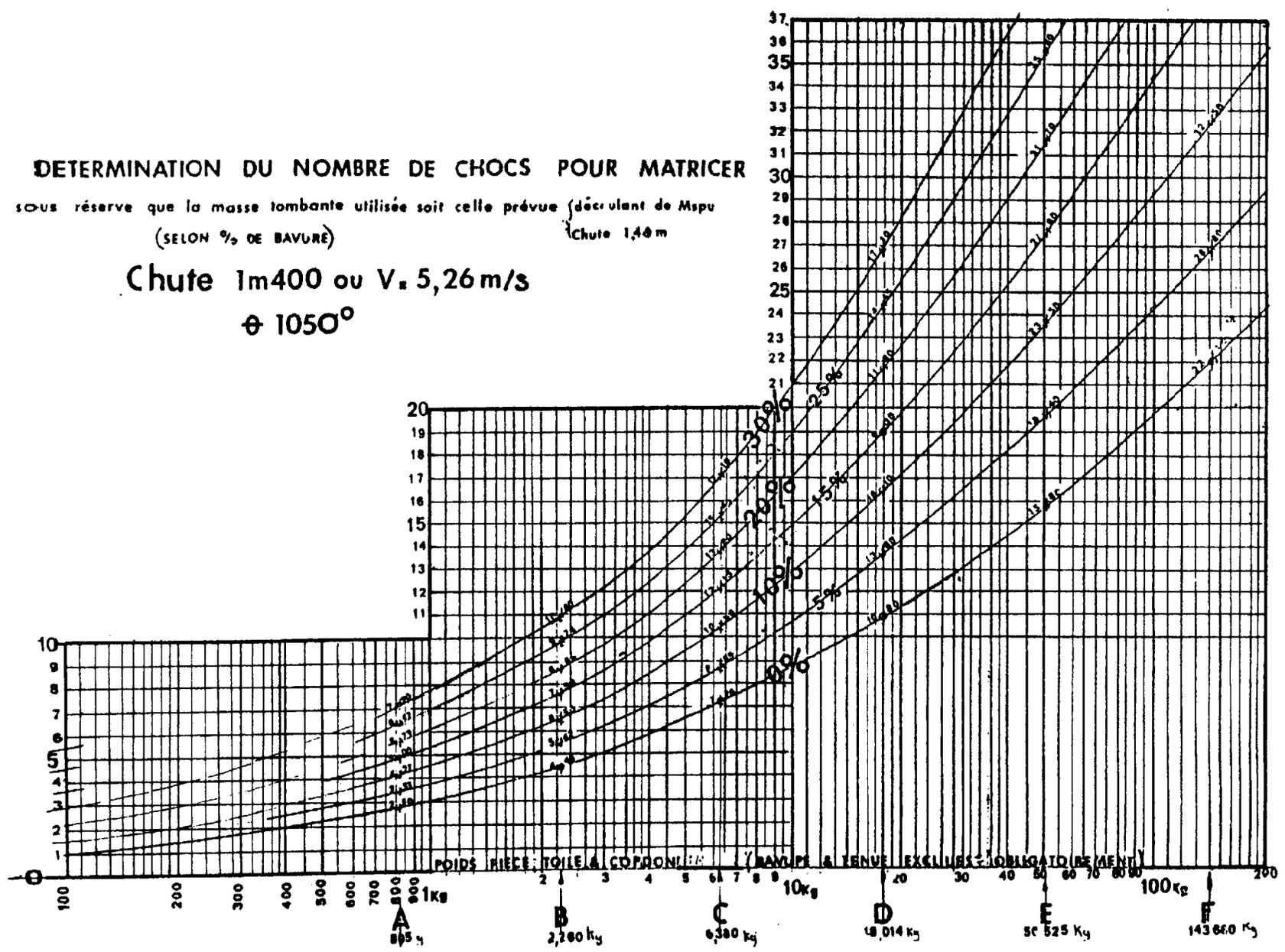
	5 à 8%		22 à 25%
	8 à 11%		26 à 29%
	12 à 15%		29 à 32%
	15 à 18%		33 à 37%
	19 à 22%		

TABLEAU 3

DETERMINATION DU NOMBRE DE CHOCS POUR MATRICER

sous réserve que la masse tombante utilisée soit celle prévue (décrulant de Mspu)
 (SELON % DE BAVURE) { Chute 1,40 m

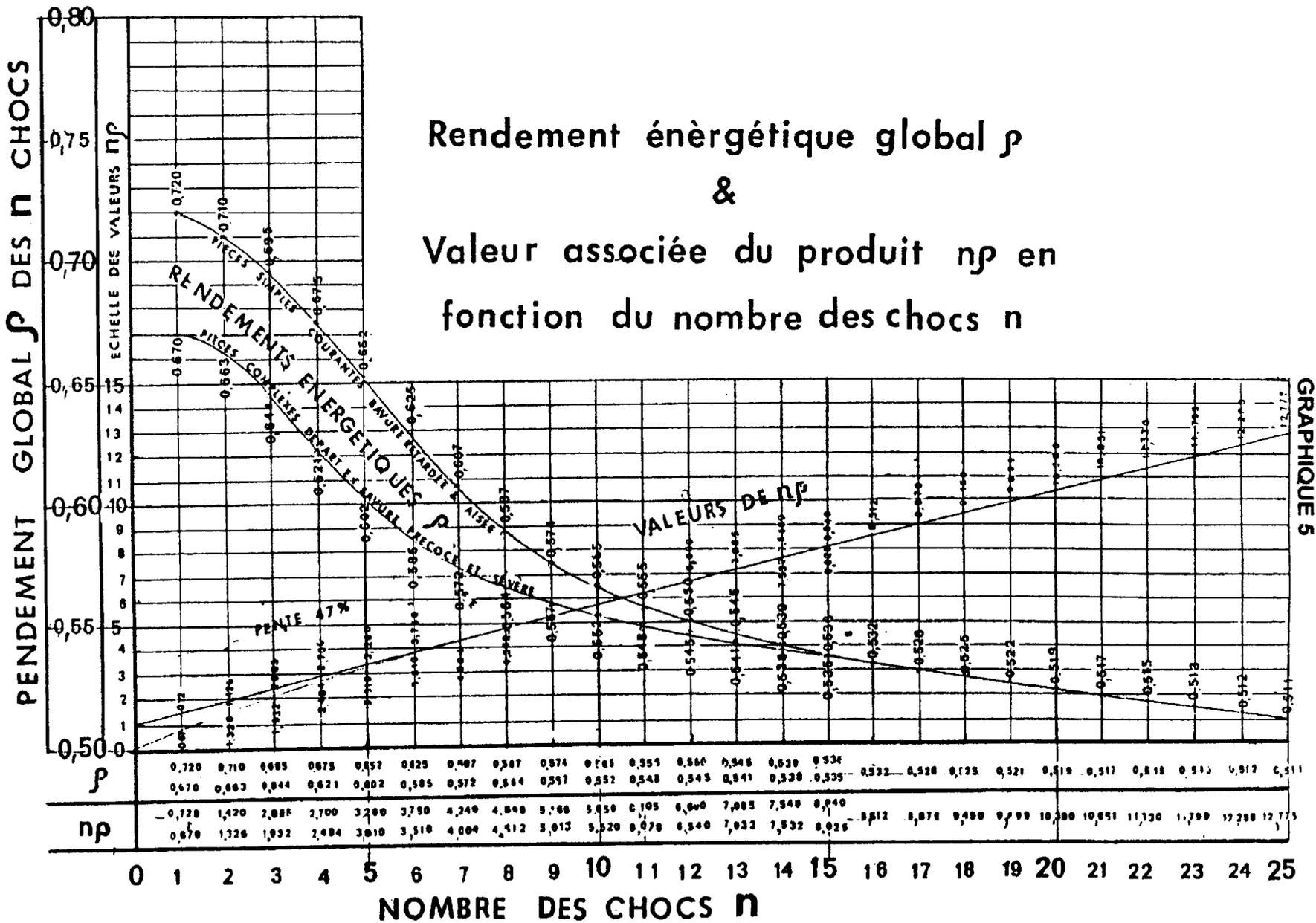
Chute 1m400 ou V. 5,26 m/s
 ϕ 1050°



GRAPHIQUE 4

ANNEXE 4

ANNEXE 4



GRAPHIQUE 5

TABLEAU 6

INFLUENCE DE LA VITESSE
SUR LE TRAVAIL MECANIQUE UTILE AU
MATRIÇAGE

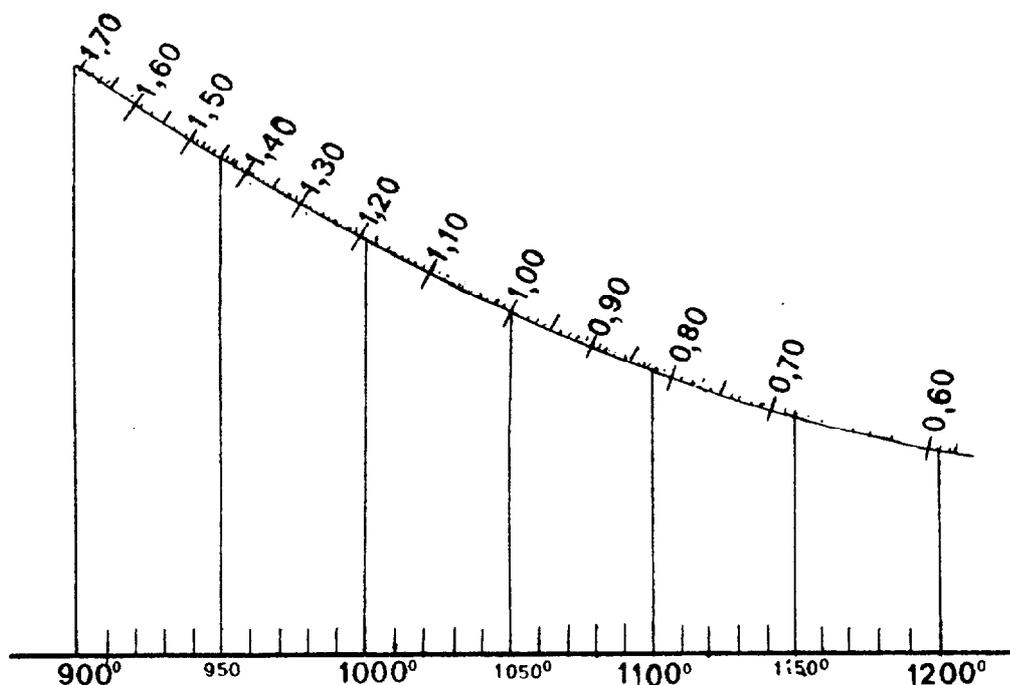
				VALEUR DU RAPPORT TRAVAIL UTILISE TRAVAIL MINIMAL	
PRESSES A VITESSE NEGLIGEABLE (ADMISE COMME NULLE)			$v \cong 0$	1,00	
PRESSES HYDRAULIQUES TRÈS LENTES			$v < \grave{a} 0,05 \text{ m/s}$	1,03	$\pm 1\%$
" " MOINS "			$v < \grave{a} 0,20 \text{ "}$	1,08	"
MAXIPRESSES	VITESSE v_{galle} DE L'EXCENTRIQUE		0,7 à 0,8 m/s	1,28	$\pm 2\%$
			$v = 0,8 \grave{a} 0,9 \text{ "}$	1,30	"
			$v = 0,9 \grave{a} 1,0 \text{ "}$	1,32	"
			$v = 1,0 \grave{a} 1,1 \text{ "}$	1,34	"
PRESSES A VIS	VITESSE D'IMPACT		$v = 0,8 \grave{a} 0,9 \text{ "}$	1,36	$\pm 4\%$
			$v = 0,9 \grave{a} 1,0 \text{ "}$	1,39	"
MOUTONS	HAUTEUR DE CHUTE	1,00 m	$v = 4,40 \text{ m/s}$	1,77	"
A		1,20	$v = 4,85 \text{ "}$	1,92	$\pm 5\%$
CHUTE LIBRE		1,40	$v = 5,25 \text{ "}$	2,10	"
CONTRE FRAPPE		1,70	$v = 5,75 \text{ "}$	2,39	"
COURSE REDUITE		2,00	$v = 6,30 \text{ "}$	2,54	$\pm 6\%$
DOUBLE EFFET		2,20	$v = 6,55 \text{ "}$	2,72	"
		2,35	$v = 6,80 \text{ "}$	2,82	"

ANNEXE 4

TABLEAU 7

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE de fin de MATRIÇAGE sur le travail mécanique utile

900°	950°	1000°	1050°	1100°	1150°	1200°
LA TEMPÉRATURE DE RÉFÉRENCE EST de 1050° Les coefficients multiplicateurs de conversion sont :						
1,710	1,430	1,195	1,000	0,835	0,697	0,585



ANNEXE 4