

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

Session 2008

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 2/15 à 4/15).
- ANNEXE 1 : Plan de la « **Roue VLANUDES** » (page 5/15).
- ANNEXE 2 : Photos de la pièce et de la presse (page 6/15).
- ANNEXE 3 : Caractéristiques principales de la presse (page 7/15).
- ANNEXE 4 : Tableaux et graphiques 1 à 7 de la démarche de 'Calcul d'engin' (pages 8/15 à 13/15).
- ANNEXE 5 : Caractéristiques géométrique du bâti (pages 14/15 et 15/15)

DOCUMENTS DISPONIBLES :

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

DOCUMENTS PERSONNELS AUTORISES :

- Aucun

Estampage de la « Roue VLANUDES » sur la presse mécanique « BRET PAFR 32 »

Objectifs

A- Vérifier la faisabilité mécanique de l'opération d'estampage finition de la pièce nommée « **Roue VLANUDES** » sur la presse mécanique « **BRET PAFR 32** ».

B- Etude de la sollicitation et de la déformation du bâti de la presse.

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

Dossier technique

La pièce dont le dessin de définition est donné en ANNEXE 1 (page 5/15) doit être fabriquée suivant la gamme :

- Débit du lopin ($\varnothing 28$ - L 52) par cisailage sur presse BLISS.
- Chauffage à 1250°C par induction sur chauffeuse CELES.
- Refoulement décalaminage et estampage finition sur presse « BRET PAFR 32 ».
 - Les dimensions du cordon sont définies : $\lambda = 7$ mm et $\varepsilon = 1,5$ mm.
- Ebavurage et débouchage simultanés sur presse BLISS.
- Recuit et grenailage en parachèvement.

La masse de la « **Roue VLANUDES** » (photo en ANNEXE 2 page 6/15) avoisine les 220 grammes.

La presse « **BRET PAFR 32** » (photo en ANNEXE 2 page 6/15) est ici décrite par les données du constructeur 'Caractéristiques principales' (ANNEXE 3 page 7/15), 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.

L'ANNEXE 5 (pages 14/15 et 15/15) donne des informations dimensionnelles du bâti de la presse.

Travail demandé

A-1- Déterminer la force ultime de forgeage et de l'énergie utile de forgeage de la pièce « Roue VLANUDES ». 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.

Document ressource : ANNEXE 4 (pages 7/15 à 13/15).

Document réponse : Feuille préimprimée de « Calcul prévisionnel de l'effort et de l'énergie »

A-2- Etude du comportement élastique de la presse

Pour déterminer ce comportement, on profite de l'installation de capteurs de déformation dans le bâti et de l'étalonnage de la mesure en effort.

Pour cela, un capteur d'effort étalon, supposé parfaitement rigide, a été installé entre deux tas plats.

La hauteur de départ réglée à 44,8 mm correspondant à l'effleurement (sans effort) du tas plat supérieur sur le capteur lors du passage au point mort bas.

Une succession de coups a été donnée en réglant la longueur de bielle et en enregistrant l'effort mesuré par le capteur au fur et à mesure. Voir le tableau des résultats ci contre.

Les essais s'arrêtent lorsque les 320 tonnes sont atteintes (maximum autorisé).

Hauteur réglée	Force
<i>mm</i>	<i>Tonnes</i>
44.8	-
46.0	2
46.4	9
47.0	14
47.4	43
47.8	80
48.2	118
48.6	156
49.0	196
49.4	237
49.8	280
50.2	323

- a- Tracer la courbe à partir des valeurs relevées
- b- Préciser la valeur des jeux de la presse
- c- Calculer la valeur de la rigidité de la machine
- d- Ecrire pour cette presse la formule de l'énergie élastique en fonction de l'effort

- e- Calculer l'énergie élastique en utilisant la formule pour 300 tonnes.
- f- Vérifier graphiquement cette valeur à partir de la courbe.

Conclure.

A-3- Energie cinétique emmagasinée dans le volant de la presse

A partir des dimensions du volant d'inertie, des dimensions des poulies et des données du moteur de la presse, déterminer l'énergie emmagasinée dans le volant de la presse.

A-4- Comparer les besoins avec les capacités mécaniques de la machine

- a. Du point de vue de la force
- b. Du point de vue énergétique

Conclure

Les calculs nécessaires seront correctement présentés et expliqués.

B- Etude des sollicitations et déformations du bâti

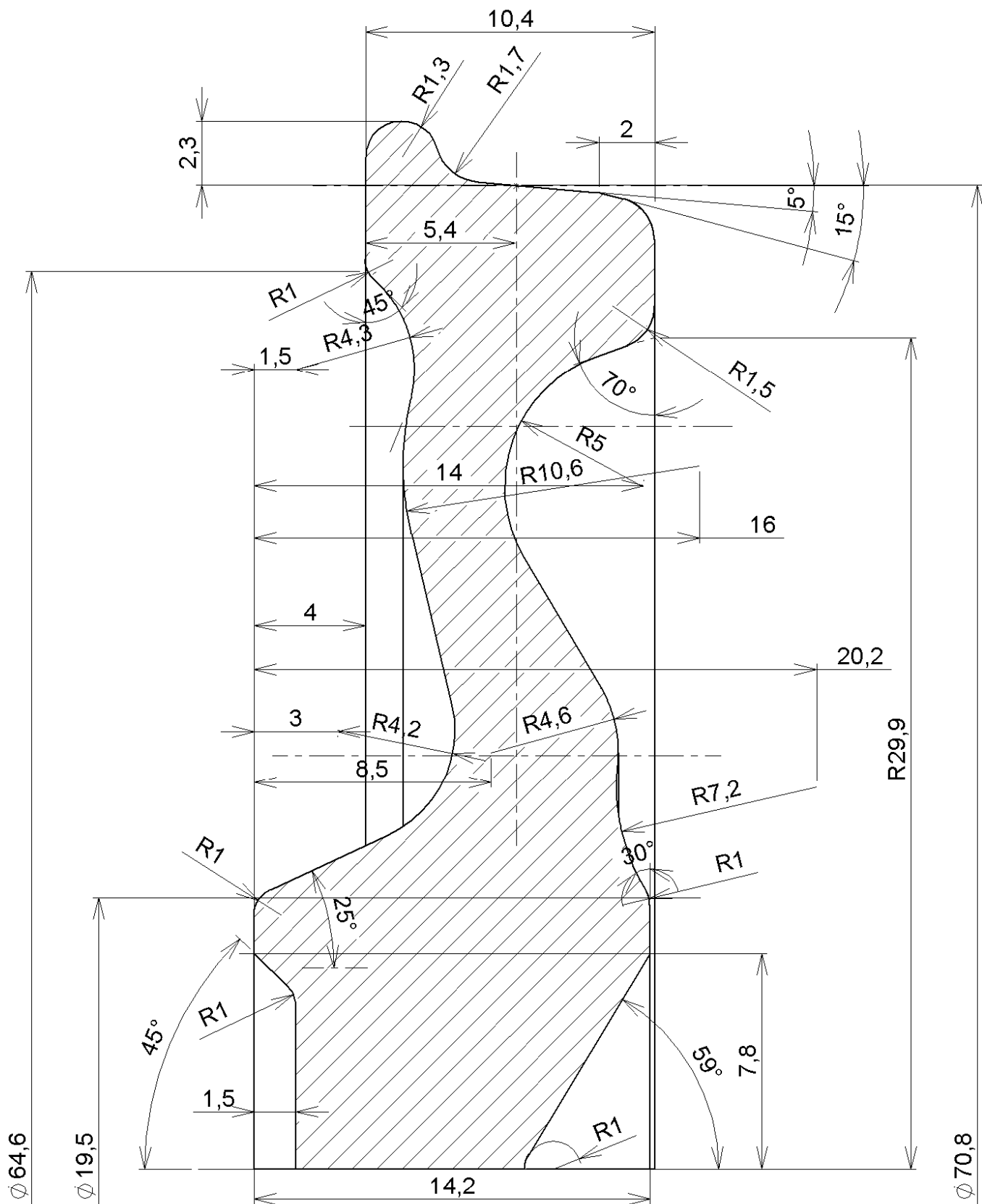
Pour l'installation des capteurs de déformation du bâti, on veut calculer la contrainte maximale atteinte dans le bâti ainsi que la déformation relative correspondante : La déformation relative ne doit pas dépasser 0,001 m/m ($\epsilon_{\text{maxi}} = 0,001$).

L'effort vertical de tension de 3 200 kN (320 tonnes) s'exerce dans l'axe de la machine (ANNEXE 5 pages 14/15 et 15/15).

- a- Citer les types de sollicitations auxquelles la section du bâti est soumise. Détailler.
- b- Dans la section étudiée, définir le point supportant la contrainte maximale. Calculer cette contrainte.
- c- Calculer la déformation relative correspondante

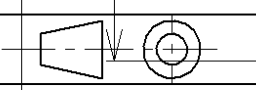
Conclure.

Barème : Chaque partie A1 / A2 / A3 / A4 et B est notée sur 4 points



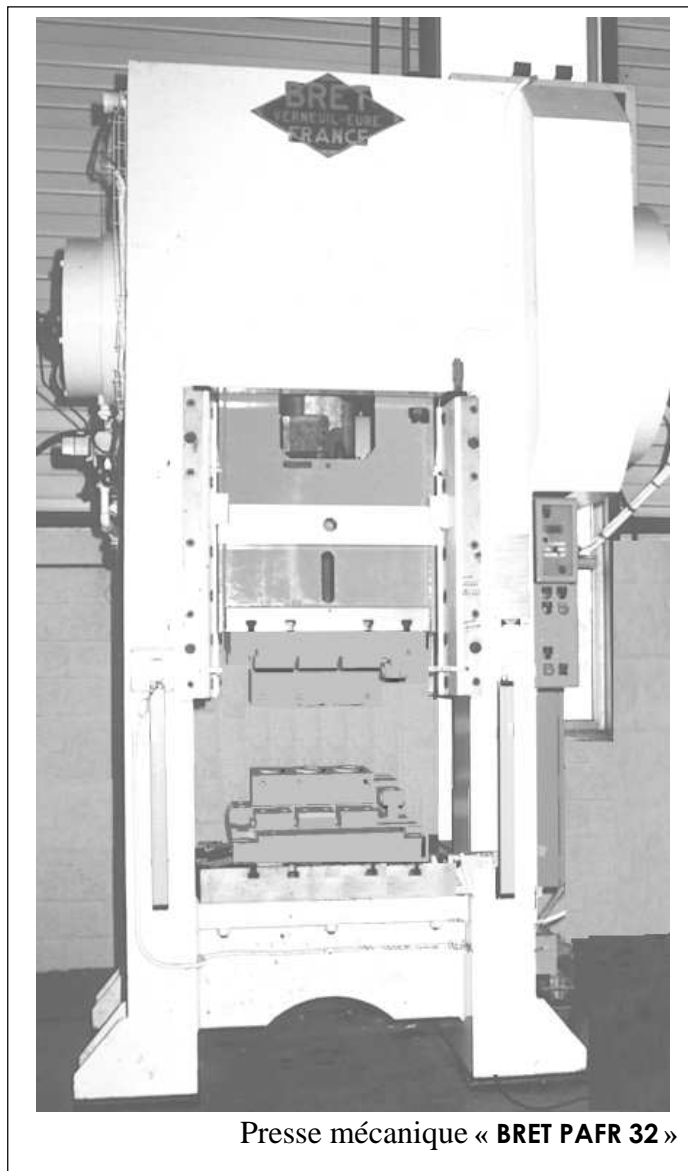
ANNEXE 1

C45

Rep.	Nb.	Désignation	Observations	Matière
		Session 2008	Dessiné : X. Y.	Académie d'Amiens
Echelle 5 : 1				<p>B. T. S. Mise en Forme des Matériaux par Forgeage EPREUVE E4 - Sous Epreuve E4.1 page 5/15</p>
<p>Roue VLANUDES Pièce estampée</p>				



Roue VLANUDES



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

TABLEAU 1

Caractère de complexité (ou de simplicité) des gravures d'estampage

CRITERES			Classification par les contraintes (en MPa ou N/mm ²) En fonction de ses deux critères : - filage par un orifice		CONTRAINTES EXERCEES	
Par le filage	Par l'acuité	Sur la pièce			Sur le cordon	
h/e	r/L ou $2r/D$	Frein ($\epsilon \geq 1,5$ mm)	p à 1050°	q à 950°		
	0,036	3,75		Pièces extra simples (pas de filage)	475	270
1	0,035	4			490	280
	0,0335	4,25		Pièces simples (pas de filage)	500	285
1,5	0,032	4,5			520	290
	0,0315	4,75		Pièces semi simples (filage insignifiant)	540	300
2	0,029	5			560	310
	0,028	5,25		Pièces semi complexes (léger filage)	580	320
2,5	0,027	5,5			600	330
	0,026	5,75		Pièces complexes (filage important)	625	350
3	0,025	6			650	360
	0,023	6,25		Pièces très complexes (filage très important)	690	370
3,5	0,022	6,5			720	380

prévoir arrêt de métal

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

ANNEXE 4

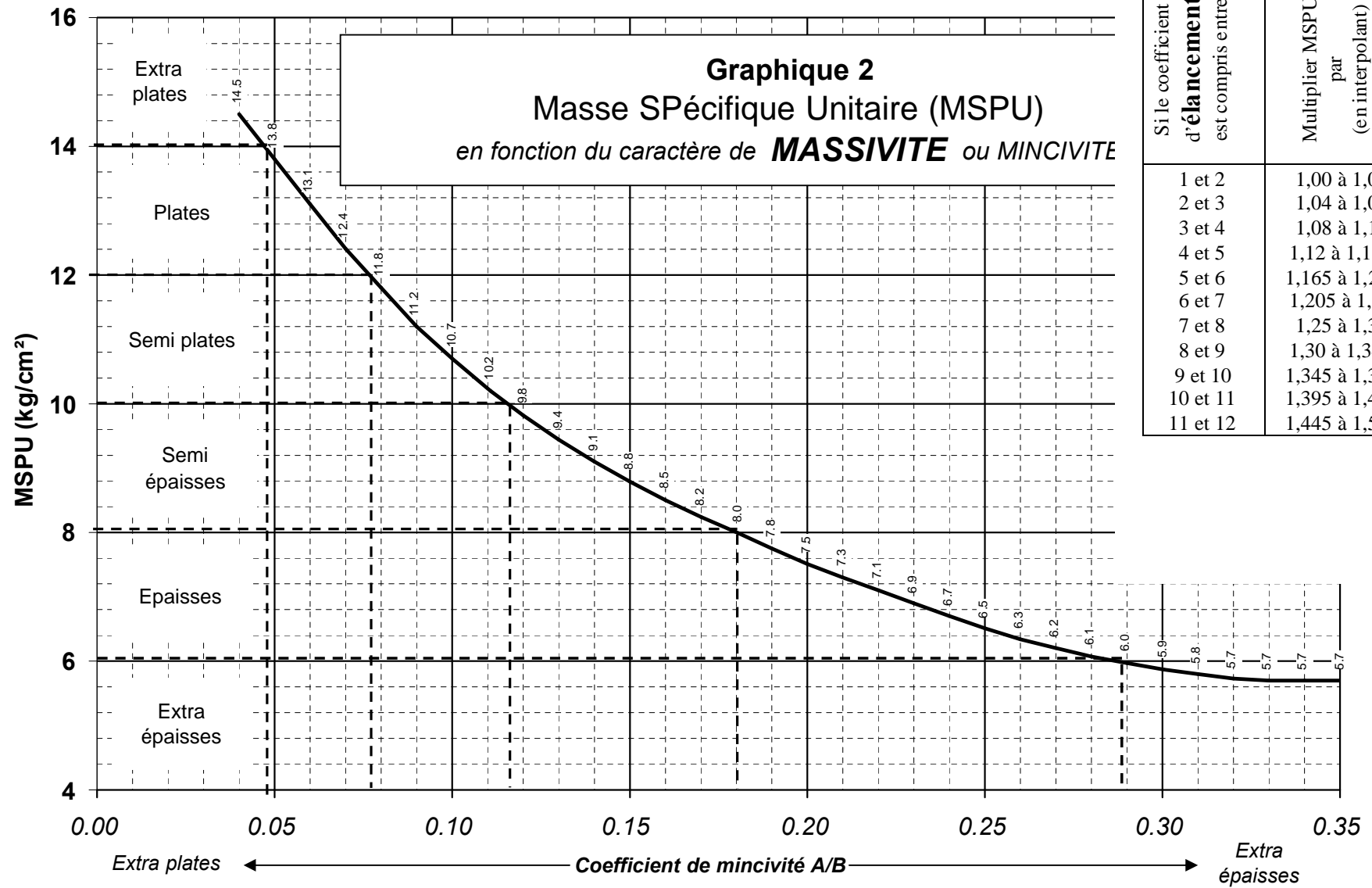


TABLEAU 3

ANNEXE 4

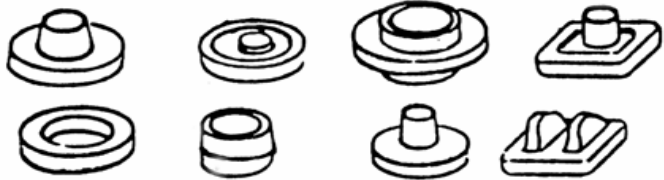








Ce tableau donne le % de bavure en vue de déterminer le nombre de chocs pour matricer une ébauche préfabriquée.

La tenue, quand elle est prévue, n'intervient pas dans ce % (elle ne modifie pas le nombre de chocs).

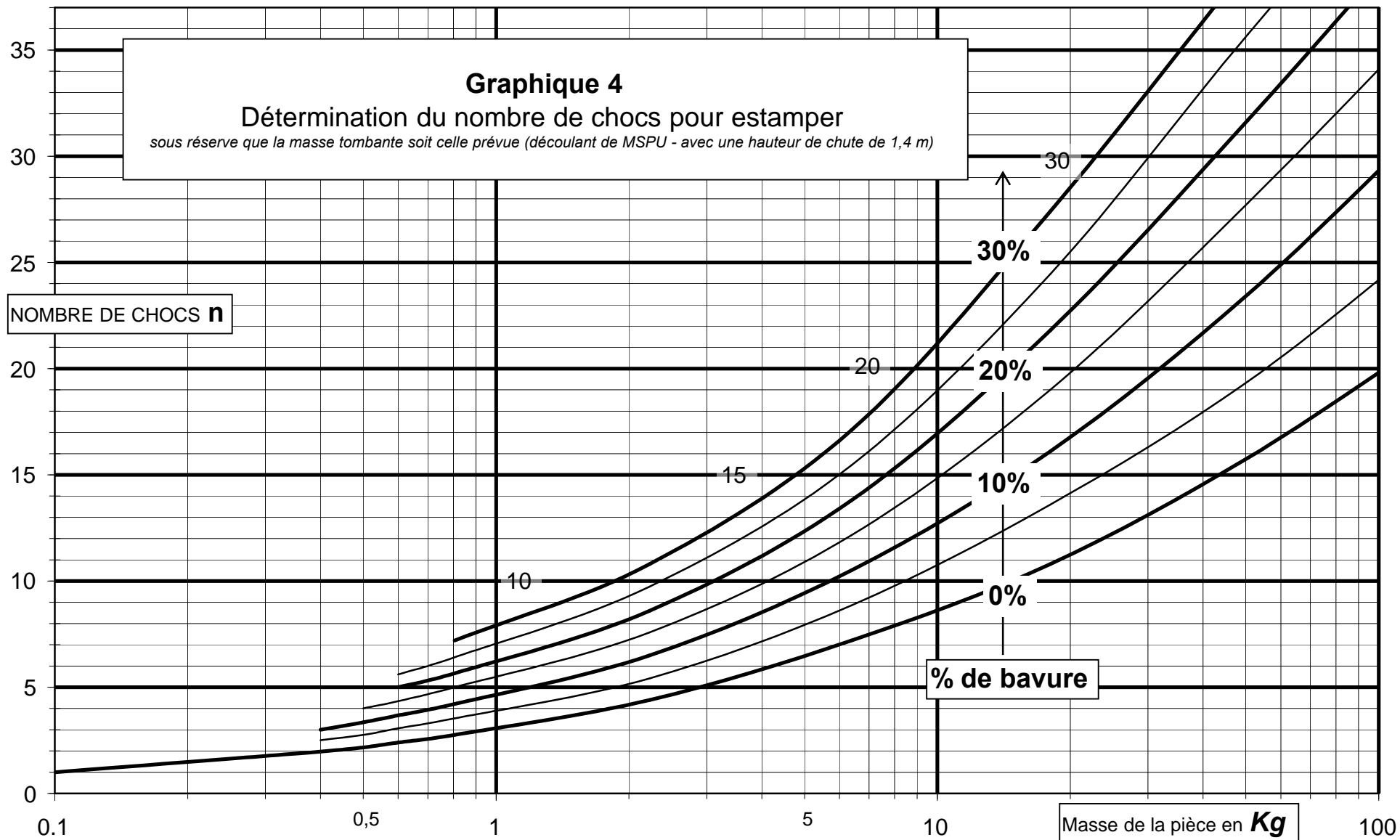
L'utilisation de ce tableau se fait qu'en l'absence d'étude précise de fabrication.

ATTENTION : Le % de bavure indiqué ci dessous est celui de la bavure sans compter le cordon :

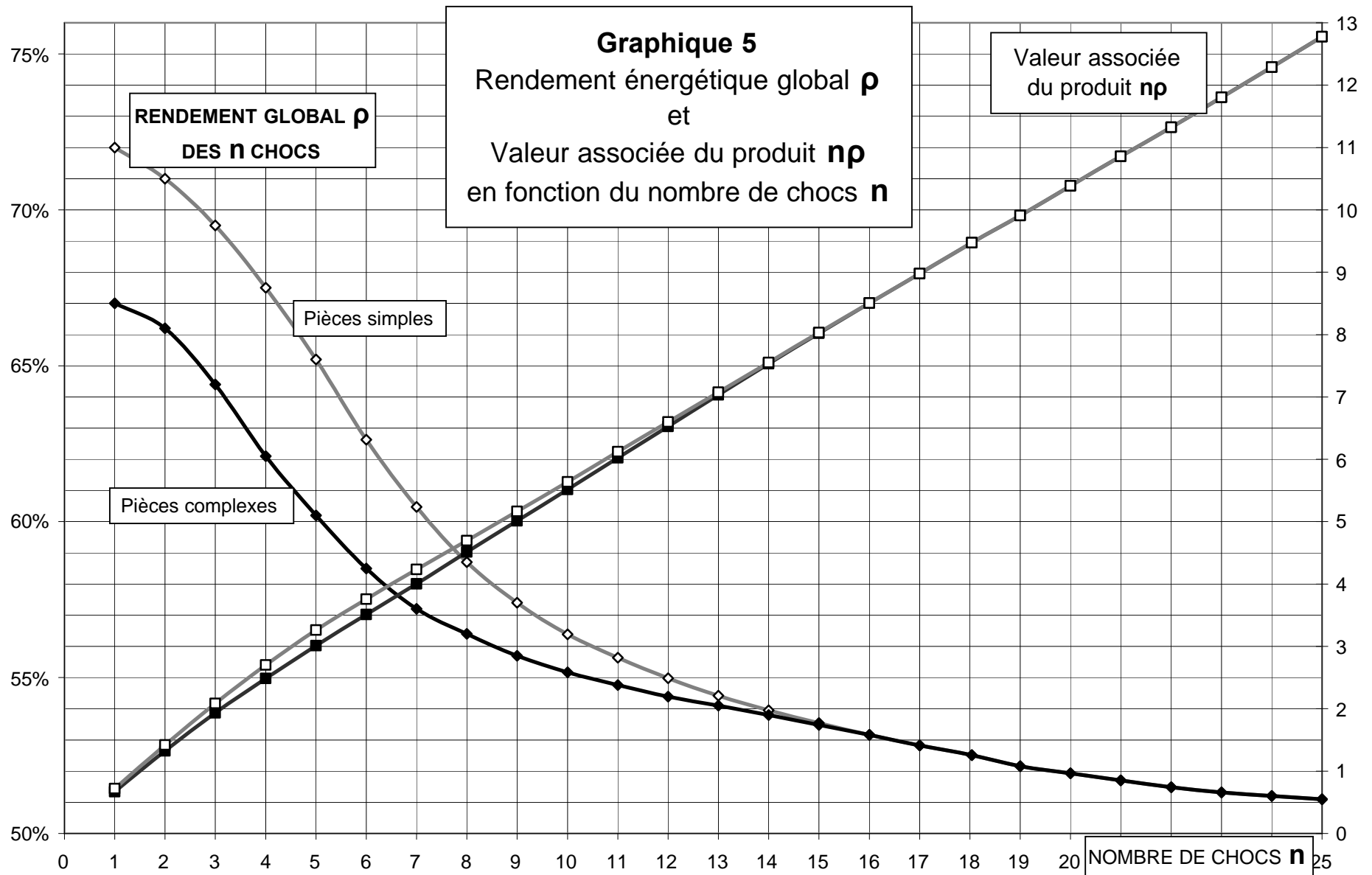
$$\% \text{ bavure} = (\text{Vol. bavure} / \text{Vol. pièce} + \text{toile} + \text{cordon}) \times 100$$

	<p>5 à 8%</p>		<p>22 à 25%</p>
	<p>8 à 12%</p>		<p>25 à 30%</p>
	<p>12 à 15%</p>		<p>30 à 33%</p>
	<p>15 à 18%</p>		<p>33 à 37%</p>
	<p>19 à 22%</p>		

ANNEXE 4

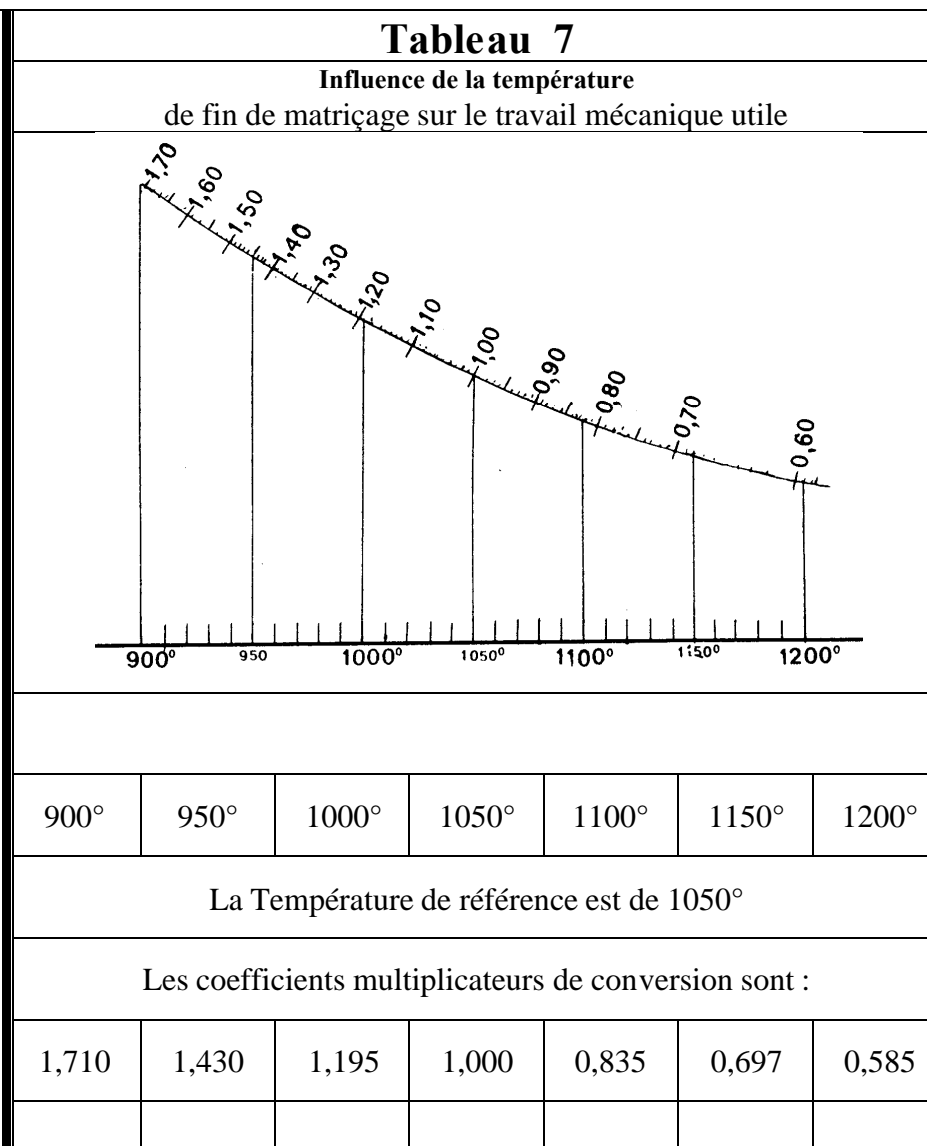


ANNEXE 4

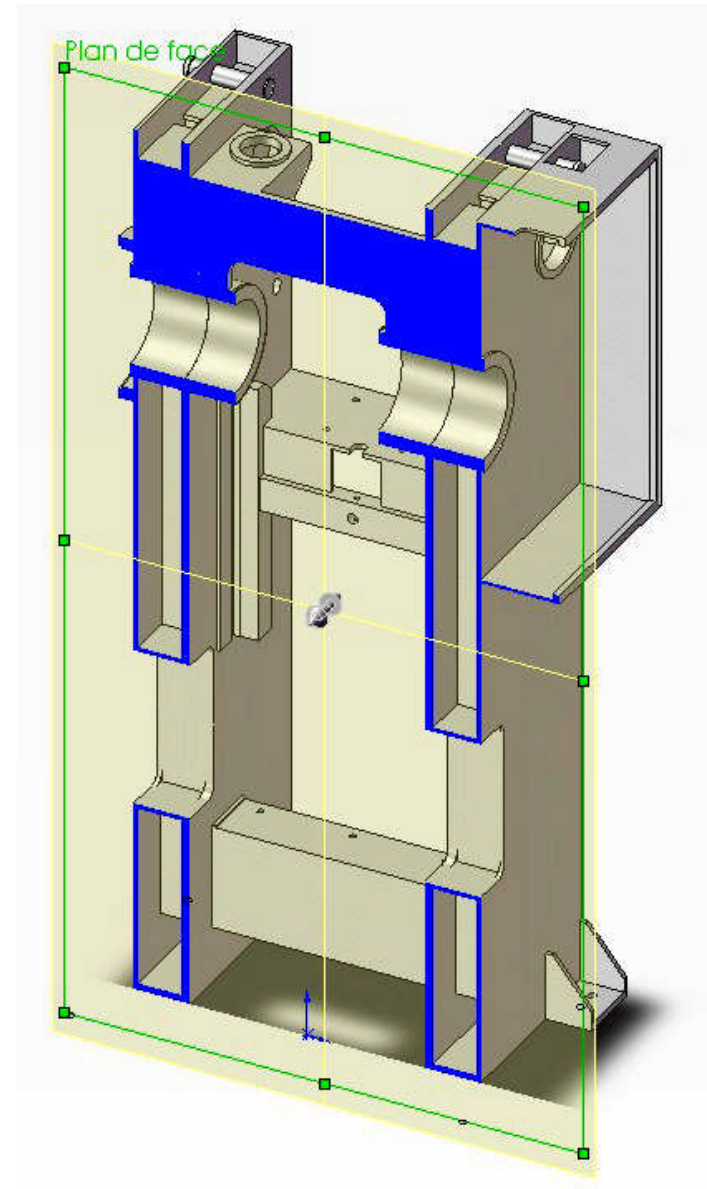
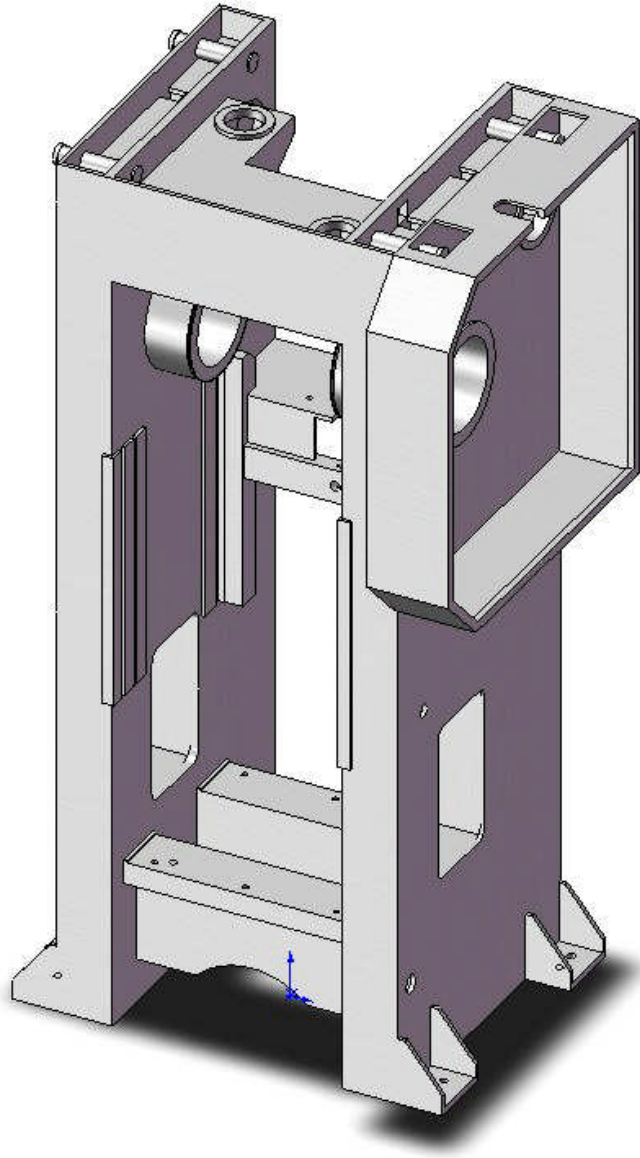


ANNEXE 4

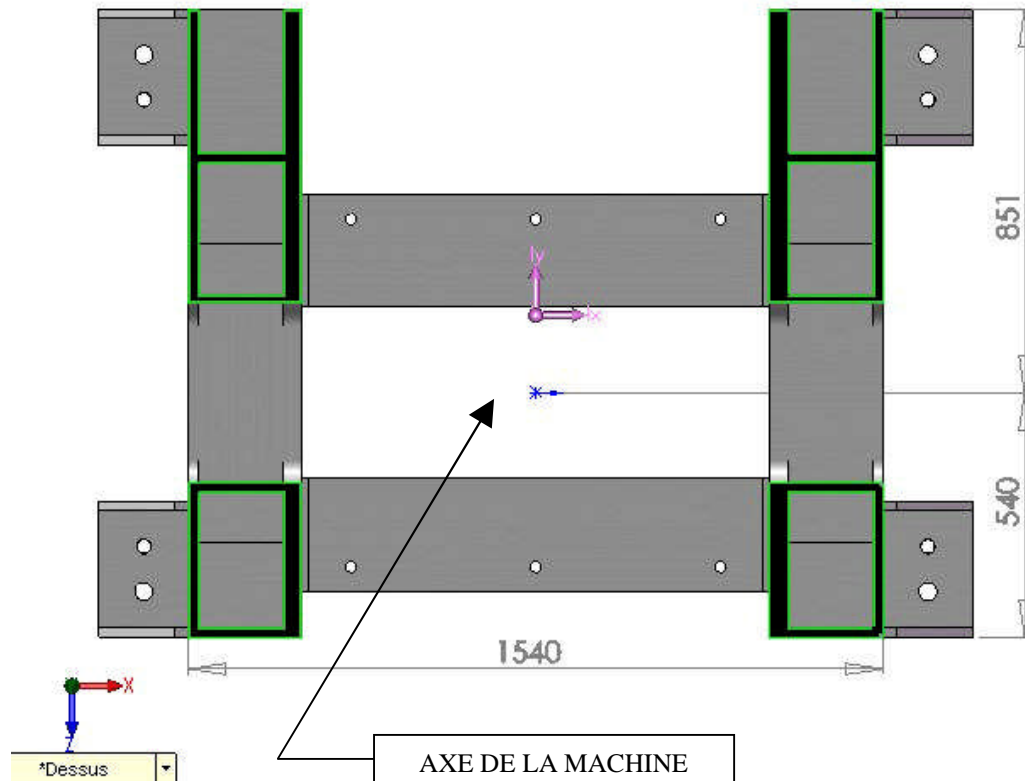
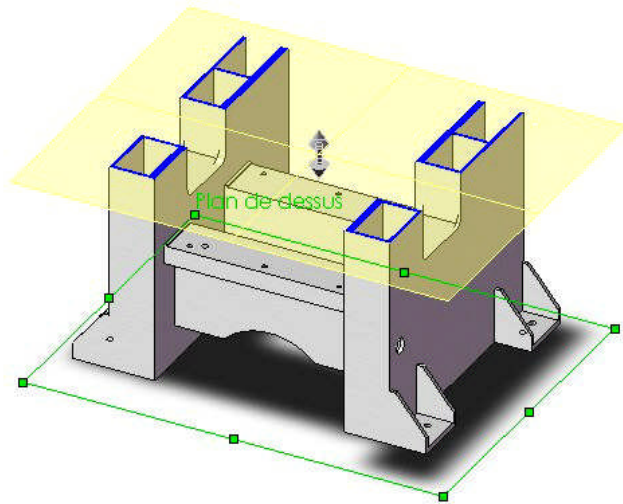
Tableau 6			
Influence de la vitesse sur le travail mécanique utile au matriçage			
Engins	Vitesse m/s	Valeur du rapport travail utile / travail minimal	
Presse à vitesse négligeable	≈ 0	1,00	
Presse hydraulique très lente	< à 0,05	1,03	± 1 %
Presse hydraulique moins lente	< à 0,20	1,08	± 1 %
Vitesse Tg ^{elle} de l'excentrique	0,7 à 0,8	1,28	± 2 %
Maxipresse Vitesse Tg ^{elle} de l'excentrique	0,8 à 0,9	1,30	± 2 %
Vitesse Tg ^{elle} de l'excentrique	0,9 à 1,0	1,32	± 2 %
Vitesse Tg ^{elle} de l'excentrique	1,0 à 1,1	1,34	± 2 %
Presse à vis	Vitesse d'impact	0,8 à 0,9	1,36 ± 4 %
	Vitesse d'impact	0,9 à 1,0	1,39 ± 4 %
Mouton à chute libre	Hauteur de chute 1,00 ou	4,40	1,77 ± 4 %
	Hauteur de chute 1,20 ou	4,85	1,92 ± 5 %
Contre frappe	Hauteur de chute 1,40 ou	5,25	2,10 ± 5 %
	Hauteur de chute 1,70 ou	5,75	2,39 ± 5 %
Course réduite	Hauteur de chute 2,00 ou	6,30	2,54 ± 6 %
	Hauteur de chute 2,20 ou	6,55	2,72 ± 6 %
Double effet	Hauteur de chute 2,35 ou	6,80	2,82 ± 6 %



ANNEXE 4



ANNEXE 5



Propriétés de la section

Imprimer... Copier Fermer Options... Recalculer

Système de coordonnées de sortie: -- par défaut --

Objets sélectionnés:

- Face<1>
- Face<2>
- Face<3>
- Face<4>

Montrer le système de coordonnées de sortie dans le coin de la fenêtre

Les mesures sont basées sur un modèle sectionné
Propriétés de section des faces sélectionnées de BRET PAF R. 32 BQ Bâti

Aire = 149200.00 millimètres²

Centre de gravité par rapport à l'origine du système de coordonnées de sortie: (

X = 0.00
Y = 1140.00
Z = -172.77

Moment d'inertie de la zone, au centre de gravité: (millimètres⁴)

Lxx = 30630984566.59	Lxy = -0.01	Lxz = -0.00
Lyx = -0.01	lyy = 89744357923.66	lyz = -0.00
Lzx = -0.00	Lzy = -0.00	Lzz = 59113373357

Moment d'inertie polaire de la zone, au centre de gravité = 89744357923.66 millir

Angle entre les axes principaux et les axes de pièce = 90.00 degrés

Principaux moments d'inertie de la zone, au centre de gravité: (millimètres⁴)

Ix = 30630984566.59
Iy = 59113373357.07

Moment d'inertie de la zone, au système de coordonnées de sortie: (millimètres⁴)

LXX = 30630984566.59	LXY = -0.05	LXZ = 0.00
LYX = -0.05	LYY = 283644677923.73	LYZ = -2938691999
LZX = 0.00	LZY = -29386919999.99	LZZ = 6356716212