



**LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

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

Session 2014

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 11 + plan au format A3)

DOCUMENTS DISPONIBLES :

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

DOCUMENTS PERSONNELS AUTORISES :

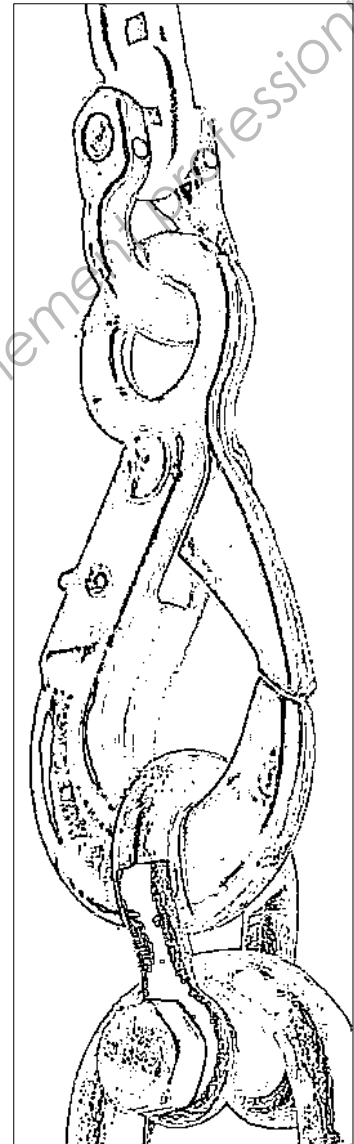
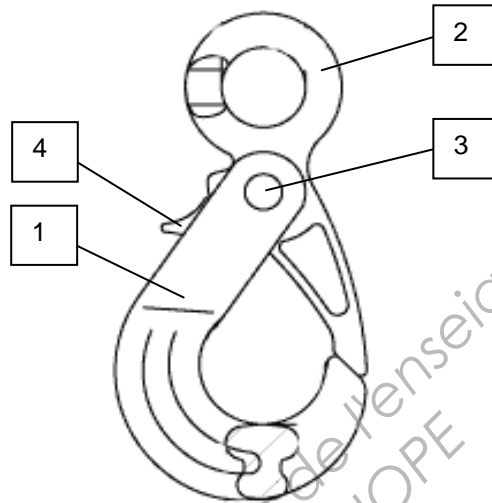
- Aucun

Estampage du corps d'un crochet à verrouillage automatique

Dossier technique

Les crochets à verrouillage automatique sont constitués de quatre pièces principales :

- 1- Le corps du crochet,
- 2- L'anneau - linguet,
- 3- L'axe d'articulation
- 4- Le verrou



Le client propose différents types de crochets qui se différencient en remplaçant l'anneau par d'autres systèmes d'attelage : Chape, tige, émerillon...

Il propose aussi une famille composée de 6 dimensions différentes.

L'objet de l'étude est le corps du crochet dans une dimension moyenne de la gamme.

Le dessin de définition partiel du corps de crochet brut d'estampage est fourni en ANNEXE 1 (format A3).

Matériau

Le corps du crochet étudié est produit dans une nuance d'acier inoxydable austénitique à haute résistance : X6CrNiMoTi17-12-2 .

La masse du crochet est de 2,9 kg.

Les données rhéologiques de cet acier sont fournies en ANNEXE 2 page 4.

Gamme de forgeage

- Débit du lopin : \varnothing 50 mm x L205 mm.
- Chauffage à 1200°C par induction.
- Ebauchage par laminage et cambrage sur machines annexes.
- Estampage sans tenue sur marteau pilon en deux gravures.

N. B. : La première gravure sert essentiellement à limiter l'usure de la gravure de finition.

- Ebavurage sur presse mécanique.

Les machines de l'atelier d'estampage

Les caractéristiques des principales machines de l'atelier d'estampage sont fournies dans le tableau en ANNEXE 4 page 11.

Sur les marteaux pilons de l'entreprise, étant donné le type de fabrication en moyenne série, voire grande série, le nombre économique de frappes pour la réalisation d'un estampage en gravure est de l'ordre de 3 à 6.

Travail demandé

Choisir la machine et déterminer le nombre de frappes

- 1- Calculer l'effort ultime de forgeage ainsi que l'énergie minimale de forgeage lorsqu'il s'agit d'une pièce en acier non allié C35 produite dans des conditions normales de forgeage (Chauffage à 1250°C).

Les tableaux et graphiques utiles à cette démarche sont fournis en ANNEXE 3 pages 4 à 10

- 2- En considérant le vrai matériau de la pièce (X6CrNiMoTi17-12-2) et les conditions de forgeage, déterminer l'énergie utile de forgeage nécessaire pour chacune des machines.
 - 3- Calculer le nombre de chocs correspondant.
 - 4- Choisir la (ou les) machine(s) possible(s) ainsi que le nombre de frappes à prévoir et leur répartition.
-

ANNEXE 2

Extrait d'une base de données matériaux

Dans une base de données de métaux forgés on trouve les coefficients de la loi de comportement suivante $\sigma = A.e^{m_1.T} .\bar{\epsilon}^{m_2} .\dot{\epsilon}^{m_3} .e^{m_4/\dot{\epsilon}}$ pour les nuances suivantes :

→ X6CrNiMoTi17-12-2

→ C35.

Dans cette loi de comportement les paramètres sont exprimés dans les unités suivantes :

$$\sigma \text{ en MPa ; } T \text{ en } ^\circ\text{C} ; \bar{\epsilon} \text{ en m/m ; } \dot{\epsilon} \text{ en (m/m)/s.}$$

Les valeurs des coefficients dans ce système d'unité sont donnés dans le tableau suivant :

	A	m_1	m_2	m_3	m_4
X6CrNiMoTi17-12-2	8680	-0,00386	0,086	0,141	-0,0209
C35	1500	-0,00269	-0,127	0,145	-0,0596

Le domaine de validité de ces deux modèles est le même :

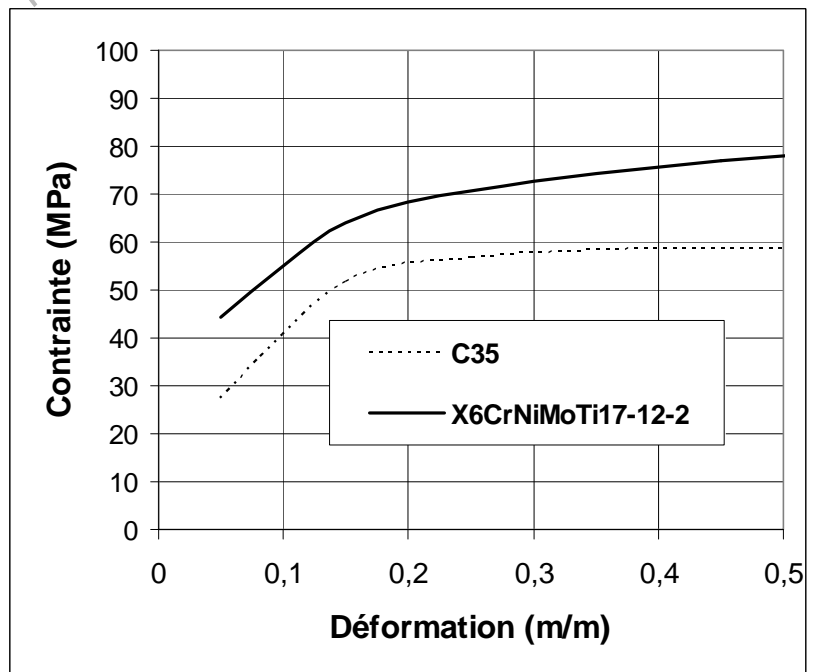
$$800 \text{ } ^\circ\text{C} < T < 1200 \text{ } ^\circ\text{C} ; 0.04 \text{ m/m} < \bar{\epsilon} < 0.5 \text{ m/m} ; 0.01 \text{ (m/m)/s} < \dot{\epsilon} < 100 \text{ (m/m)/s}$$

Comparaison graphique établie

pour

$$T = 1200^\circ\text{C}$$

$$\dot{\epsilon} = 1 \text{ s}^{-1}$$



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		Pièces simples (pas de filage)	490	280
	0,0335	4,25		Pièces semi simples (filage insignifiant)	540	300
1,5	0,032	4,5		Pièces semi complexes (léger filage)	520	290
	0,0315	4,75		Pièces complexes (filage important)	560	310
2	0,029	5		Pièces très complexes (filage très important)	580	320
	0,028	5,25			600	330
2,5	0,027	5,5			625	350
	0,026	5,75			650	360
3	0,025	6			690	370
	0,023	6,25			720	380
3,5	0,022	6,5		prévoir arrêt de métal		

Largeur ou diamètre (en mm)	Valeurs de λ en mm
20	5
50	6
80	7
110	8
140	9
170	10
200	11
240	12
270	13
300	14
330	15
360	16
400	17

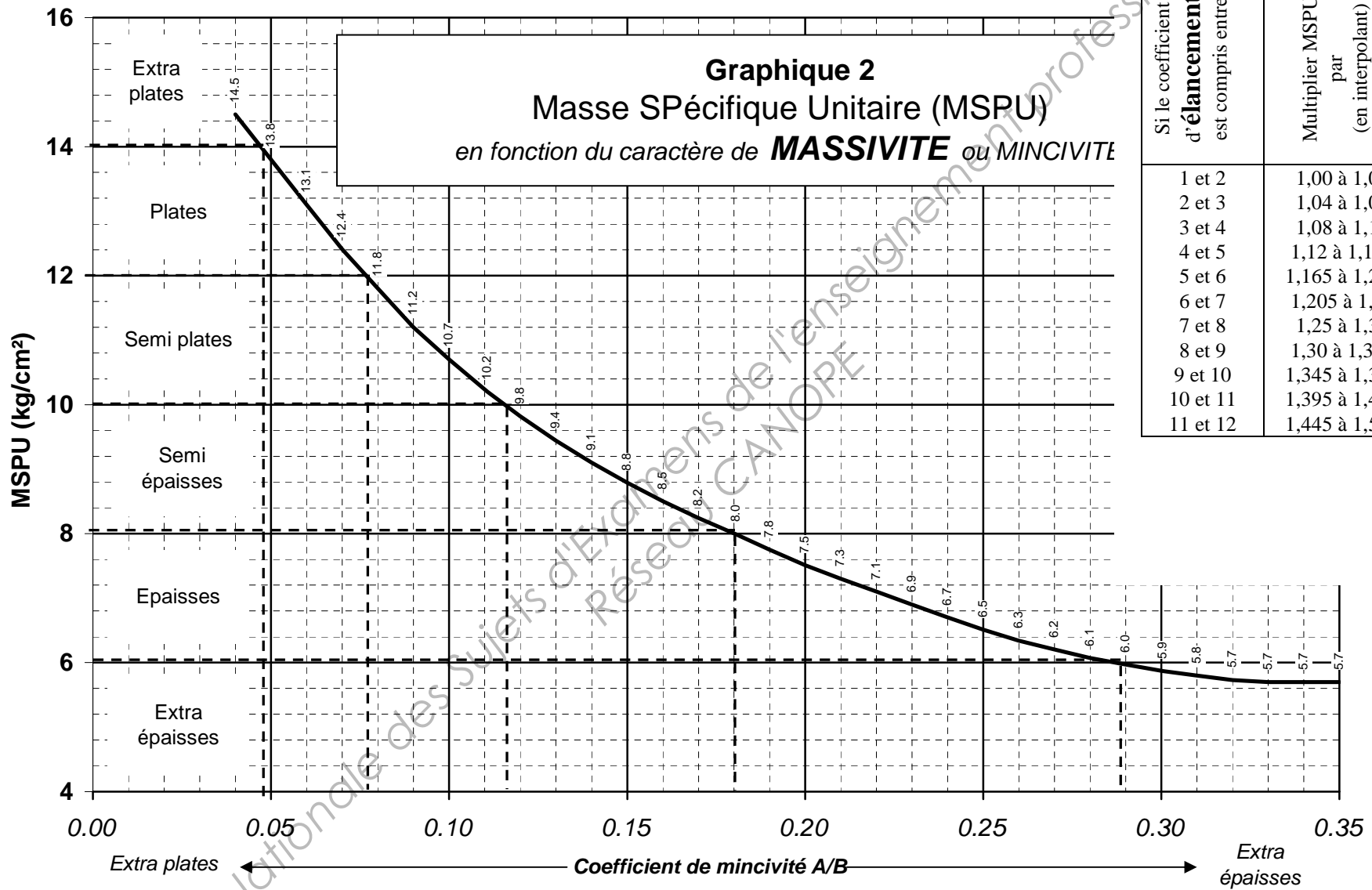


TABLEAU 3

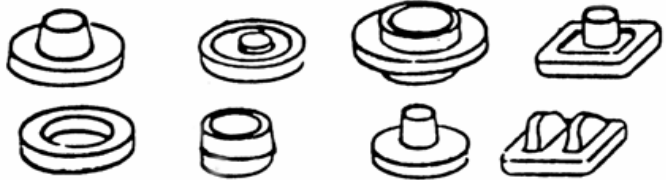








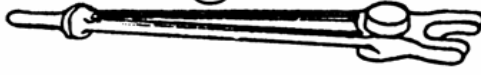
Ce tableau donne le % de bavure en vue de déterminer le nombre de chocs pour matricer une ébauche préfabriquée.

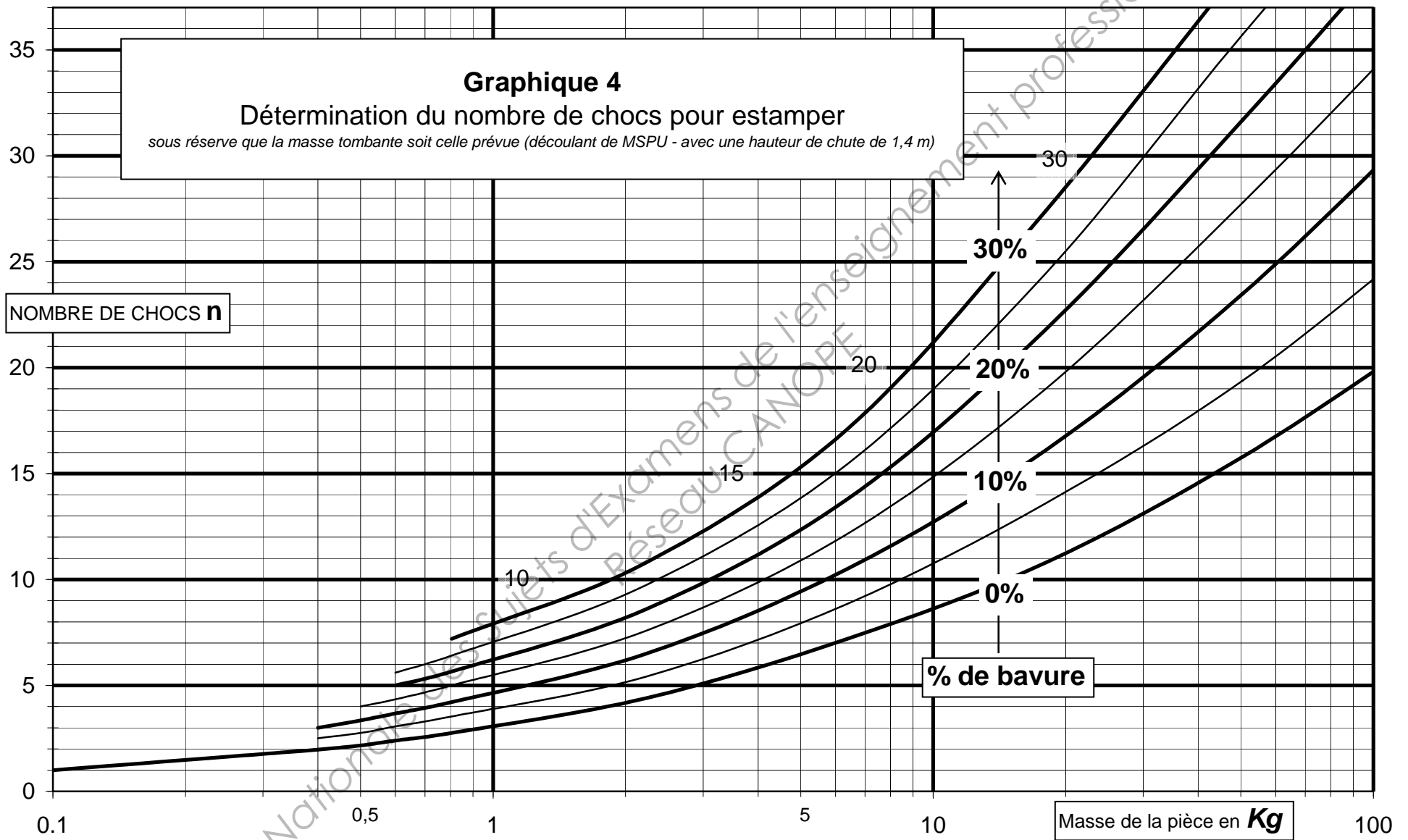
La tenue, quand elle est prévue, n'intervient pas dans ce % (elle ne modifie pas le nombres de chocs).

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>		<p>33 à 37%</p>



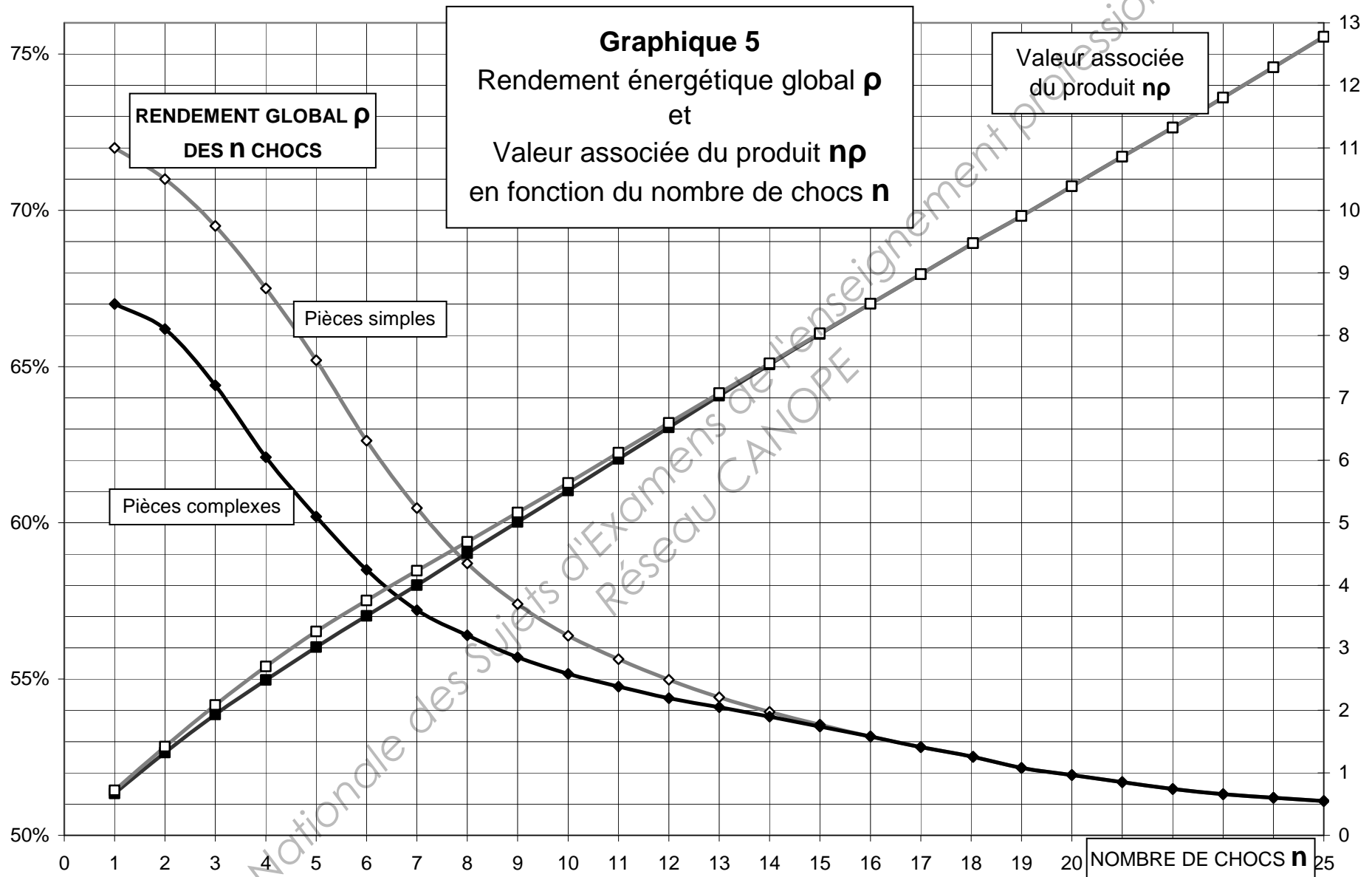
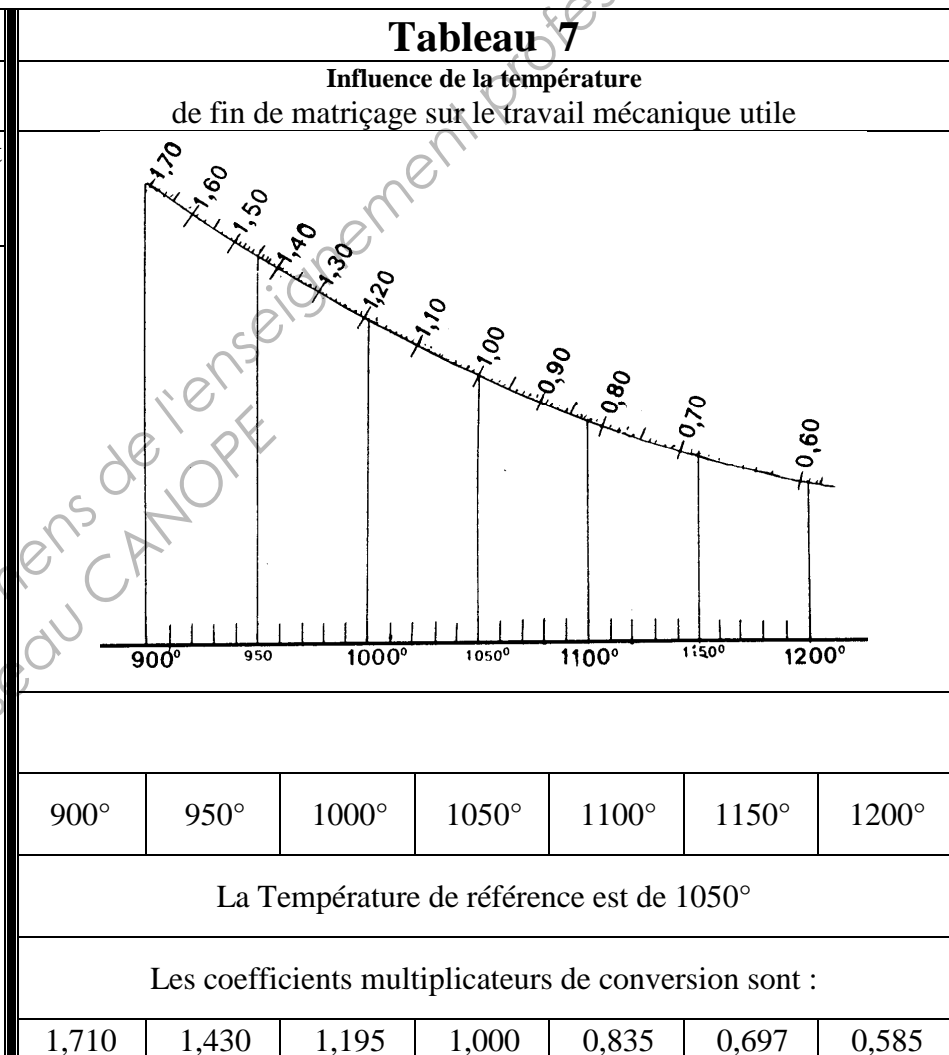
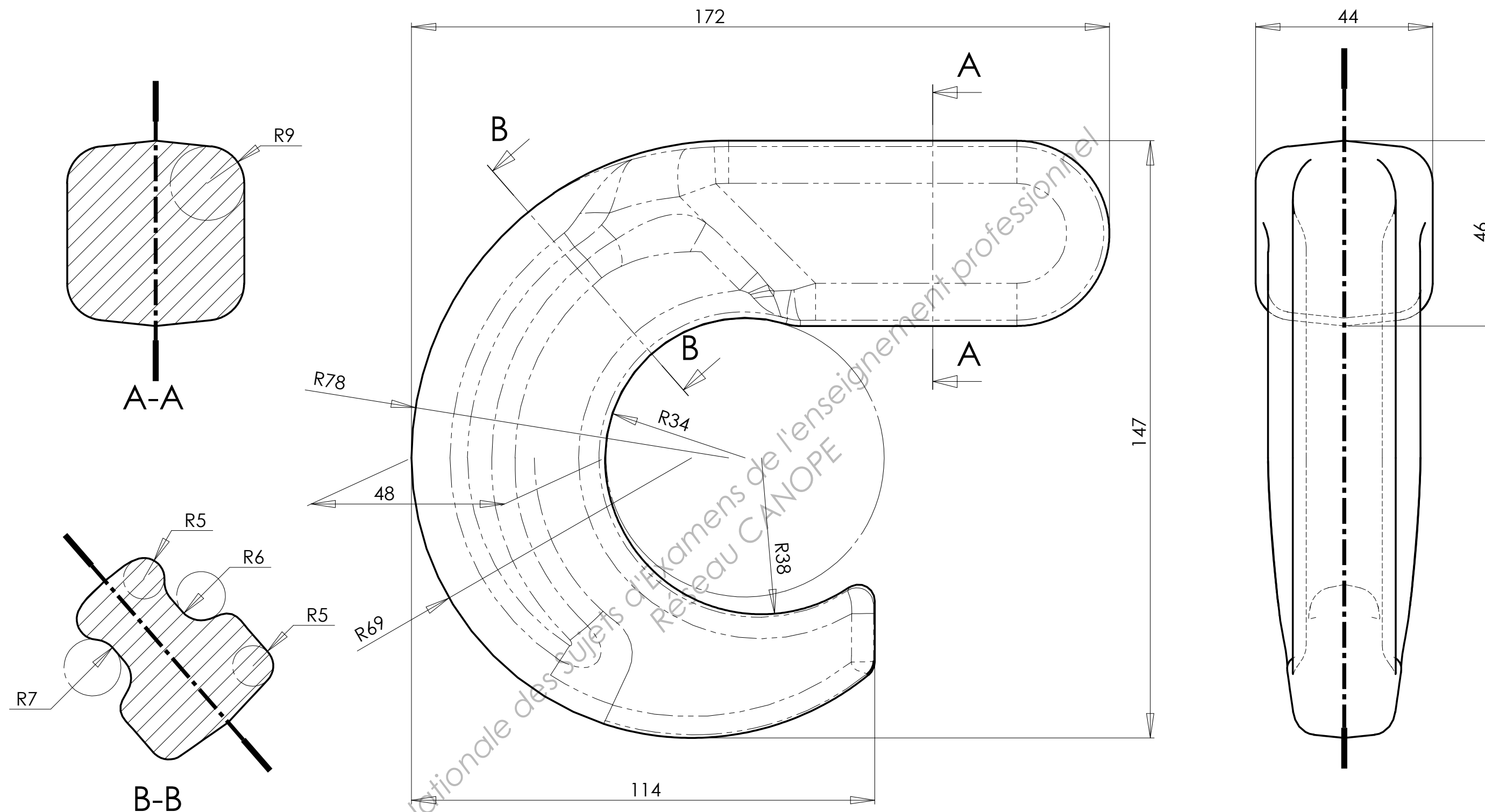


Tableau 6			
Influence de la vitesse			
sur le travail mécanique utile au matriçage			
Engins	Vitesse m/s	Valeur du rapport travail utile / travail minimal	
Presse à vitesse négligeable	≈ 0	1,00	
Presse hydraulique très lente	< à 0,05	1,03	± 1 %
Presse hydraulique moins lente	< à 0,20	1,08	± 1 %
	Vitesse 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 ou Contre frappe ou Course réduite ou Double effet	Hauteur de chute 1,00	4,40	1,77 ± 4 %
	Hauteur de chute 1,20	4,85	1,92 ± 5 %
	Hauteur de chute 1,40	5,25	2,10 ± 5 %
	Hauteur de chute 1,70	5,75	2,39 ± 5 %
	Hauteur de chute 2,00	6,30	2,54 ± 6 %
	Hauteur de chute 2,20	6,55	2,72 ± 6 %
	Hauteur de chute 2,35	6,80	2,82 ± 6 %



ANNEXE 4 - TABLEAU DESCRIPTIF DES PILONS

Numéro	1	2	3	4	5	Unités
Marque	MONTBARD	MONTBARD	MONTBARD	LASCO	MPM	
Type	Chute libre	Chute libre	Chute libre	Chute libre	Double effet	
Système	à planche	à planche	à planche	hydraulique	pneumatique	
Masse tombante	1000	1250	1500	4200	6300	kg
Energie maximale	20	28	36	58	170	kJ
Cadence maximale	30	30	30	40	80	Coups/min



Volume de la pièce estampée = 363 000 mm³

Surface au plan de joint = 12 100 mm²

Rep.	Nb.	Désignation	Observations	Matière
		Session 2014	Etude d'un système d'outillage	X6CrNiMoTi17-12-2
Echelle 1 : 1				BTS MFMF - E4 - U41
				B. T. S. Mise en Forme des Matériaux par Forgeage ANNEXE 1
Corps estampé CROCHET à verrouillage auto 4				

Document à agraffer à la copie sous la zone d'anonymat

Calcul prévisionnel de l'effort et de l'énergie

NOM de la pièce	Matière
Numéro repère	

Largeur maximale de la pièce		Largeur du cordon (lambda)	
	<i>mm</i>		<i>mm</i>

Rayon le plus petit (2xRayon/Largeur pièce)		Frein (Lambda/epsilon)	
Filage le + important (Hauteur/largeur)			

Remarque : epsilon > 1,5 mm	Epaisseur du cordon (epsilon)	
		<i>mm</i>

Surface de la pièce		Contrainte sur la pièce (p)	
	<i>mm²</i>		<i>MPa</i>

Surface du cordon		Contrainte sur le cordon (q)	
	<i>mm²</i>	Force pour un acier à 1050°C en fin de forgeage	<i>MPa</i>

Force	
	<i>kN</i>

Volume pièce		Volume cordon		Epaisseur moyenne
	<i>cm³</i>		<i>cm³</i>	$A = V(p+c)/S(p+c)$

Surface pièce		Surface cordon		Largeur moyenne
	<i>cm²</i>		<i>cm²</i>	$B = S(p+c)/L(p+c)$

Longueur (pièce + cordon)	
	<i>cm</i>

Coefficient de massivité	Masse spécifique unitaire
$K = A/B$	MSPU

Elancement	MSPU corrigée
$N = L(p+c)/B$	<i>Kg/cm²</i>

Surface (pièce + cordon)		M = MSPU corrigée x S(p+c)	
	<i>cm²</i>		<i>Kg</i>

Masse (p+c)		Nombre de chocs	
	<i>Kg</i>	n =	

Pourcentage de bavure /(p+c+t)		Nombre de chocs efficaces	
	<i>%</i>	n(ro)	

Energie minimale (de pressage) = $M \times 9,81 \times 1,4 \times n(ro) / 2,1$	
	<i>J</i>

Type d'engin	Energie utile pour un acier à 1050°C en fin de forgeage sur cet engin
Coefficient de vitesse	Energie utile

Adaptation au matériau et à la température	Résistance (Matériau, $\theta^\circ\text{C}$ fin de forgeage, $\epsilon = 1, \dot{\epsilon} = 0,03 \text{ s}^{-1}$)
Matériau	Température (fin de forgeage)

		Résistance	
		<i>°C</i>	<i>MPa</i>

Correction de température et de matière = $\text{Résistance} / 50 \text{ Mpa (C35, } 1050^\circ\text{C, } \epsilon = 1, \dot{\epsilon} = 0,03 \text{ s}^{-1})$	
--	--

Force de forgeage	Energie utile de forgeage
-------------------	---------------------------