

**Brevet de Technicien Supérieur**  
**en**  
**MISE EN FORME DES MATERIAUX PAR FORGEAGE**

-----  
Session 2004  
-----

**Epreuve E4**  
**Etude des Systèmes d'outillage**

-----  
**Sous épreuve U4.2**  
**Définition d'un outillage**

-----  
Temps alloué : 6 heures  
-----

-----  
Coefficient : 4  
-----

DOCUMENTS REMIS AU CANDIDAT :

- Sujet de l'épreuve (feuilles 1/11 à 11/11).
- Copies d'examen.
- Calques format A1 et A2

DOCUMENTS PERSONNELS AUTORISES :

- Tous.

## Corps de bielle de moteur marin.

### Dossier technique :

Acier 30 NiCrMo 16  
Masse de la pièce ébavurée et débouchée : 2.400 kg.  
Dépouilles 12%.  
Arrondis d'arêtes R2.5.  
Tolérance sur longueur : +2.7, -1.3  
Tolérances sur largeurs : +2.1, -1.1  
Tolérances sur épaisseurs : +1.7, -0.8  
Déport maxi : 0.7  
Bavure résiduelle maxi : 0.8  
Rectitude : 1  
Imperfections d'état de surface : 0.8  
Trempe à l'huile + revenu  
Dureté 317-359 HB  
Grenailées.  
Dissection 1 pièce par série.  
Macrographie.



La gamme d'estampage actuelle comprend :

- Débit des lopins Ø55 \* 228 mm  
masse : 4.200 kg.
- Chauffage.
- Etirage manuel des ébauches au marteau-pilon auto compresseur suivant un gabarit.
- Grenailage.
- Chauffage.
- Estampage ébauche et finition.
- Ebavurage et débouchage.
- Grenailage.
- Chauffage.
- Dressage à chaud.



Ebauche estampée avec toile coté pied de bielle.

## ACADEMIE D'AMIENS

<b>B.T.S.</b>	<b>MISE EN FORME DES</b>	Durée : 6h
<b>Session 2004</b>	<b>MATERIAUX PAR FORGEAGE</b>	Coefficient : 4
<b>Sujet</b>	<b>E4-U4.2 Définition d'un outillage</b>	Feuille 2/12

Pour mieux répartir la matière qu'avec une ébauche manuelle, on envisage de laminer en 4 opérations et de cambrer cette ébauche.

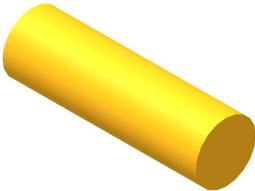
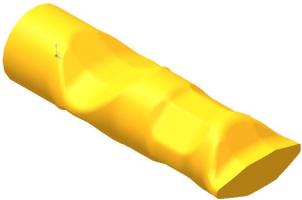
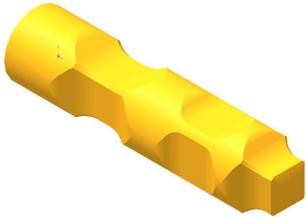
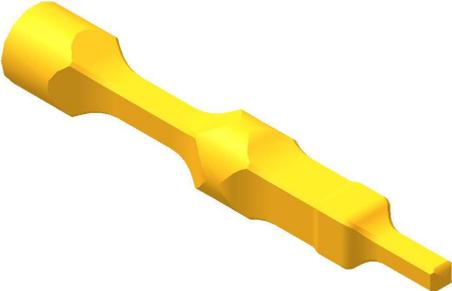
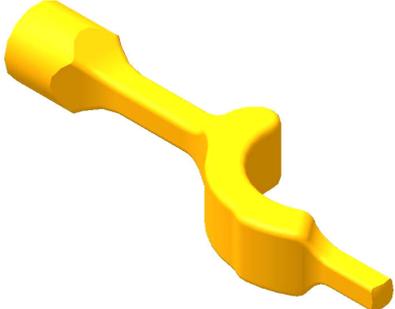
Cela permettra :

- d'éliminer la toile côté pied,
- d'approcher au mieux les dimensions nécessaires,
- d'ébaucher et estamper sans réchauffage intermédiaire.

Le gain de matière est estimé à 0.8 kg.

Machines utilisées :           - laminoir RW0, segments Ø300  
   - Marteau pilon d'estampage, énergie d'un coup : 26000J

Gamme de déformation projetée :

 <p>Lopin</p>	 <p>Ebauche laminée 1<sup>ère</sup> opération.</p>	 <p>Ebauche laminée 2<sup>ème</sup> opération.</p>
 <p>Ebauche laminée 3<sup>ème</sup> opération.</p>	 <p>Ebauche laminée 4<sup>ème</sup> opération.</p>	 <p>Ebauche cambrée</p>
 <p>Ebauche estampée</p>	 <p>Bielle estampée avec bavure et débouchure.</p>	 <p>Bielle ébavurée et débouchée</p>

<b>ACADEMIE D'AMIENS</b>		
<b>B.T.S.</b>	<b>MISE EN FORME DES</b>	Durée : 6h
Session 2004	<b>MATERIAUX PAR FORGEAGE</b>	Coefficient : 4
Sujet	E4-U4.2 Définition d'un outillage	Feuille 3/12

## Travail demandé :

### 1 Outillage de laminage :

A partir du plan de l'ébauche laminée 4<sup>ème</sup> opération (feuille 4/11) et du plan standard de segment de laminoir (feuille 5/11) :

1.1 Définir dans un tableau les dimensions de la gravure du segment inférieur de l'ébauche laminée en 4<sup>ème</sup> opération.

1.2 Dessiner le segment inférieur de la 4<sup>ème</sup> opération.  
(Sur calque format A2, en faisant apparaître les sections nécessaires pour définir la gravure).

Coter en tenant compte du retrait.

### 2 Outillage d'estampage :

2.1 Définir les dimensions et les positions des gravures d'ébauche, de finition et de cambrage et les dimensions des logements de bavure (dimensions du cordon de bavure : largeur=12mm, épaisseur=2.2mm). (Plan d'ébauche feuille 6/11, plan de pièce estampée feuille 7/11, plan d'ébauche cambrée feuille 8/11, plan de queue d'aronde feuille 9/11).

2.2 Définir les dimensions des blocs en tenant compte d'une surface de battage de 52400 mm<sup>2</sup> au minimum. (Masse tombante : 2t, énergie d'un coup : 26 kJ).

2.3 Sur calque format A1 dessiner à l'échelle 1 la vue de dessus de la matrice inférieure et la vue de coté de la partie cambrage des matrices.

Coter les positions des gravures par rapport à l'axe de frappe.

Les choix devront être justifiés sur feuille de copie.

La reproduction des contours à main levée est acceptée.

Sont joints pour information :

- feuille 10/11 : tableau de calcul de la machine d'estampage
- feuille 11/11 : tableau de calcul des réductions de section en laminage.

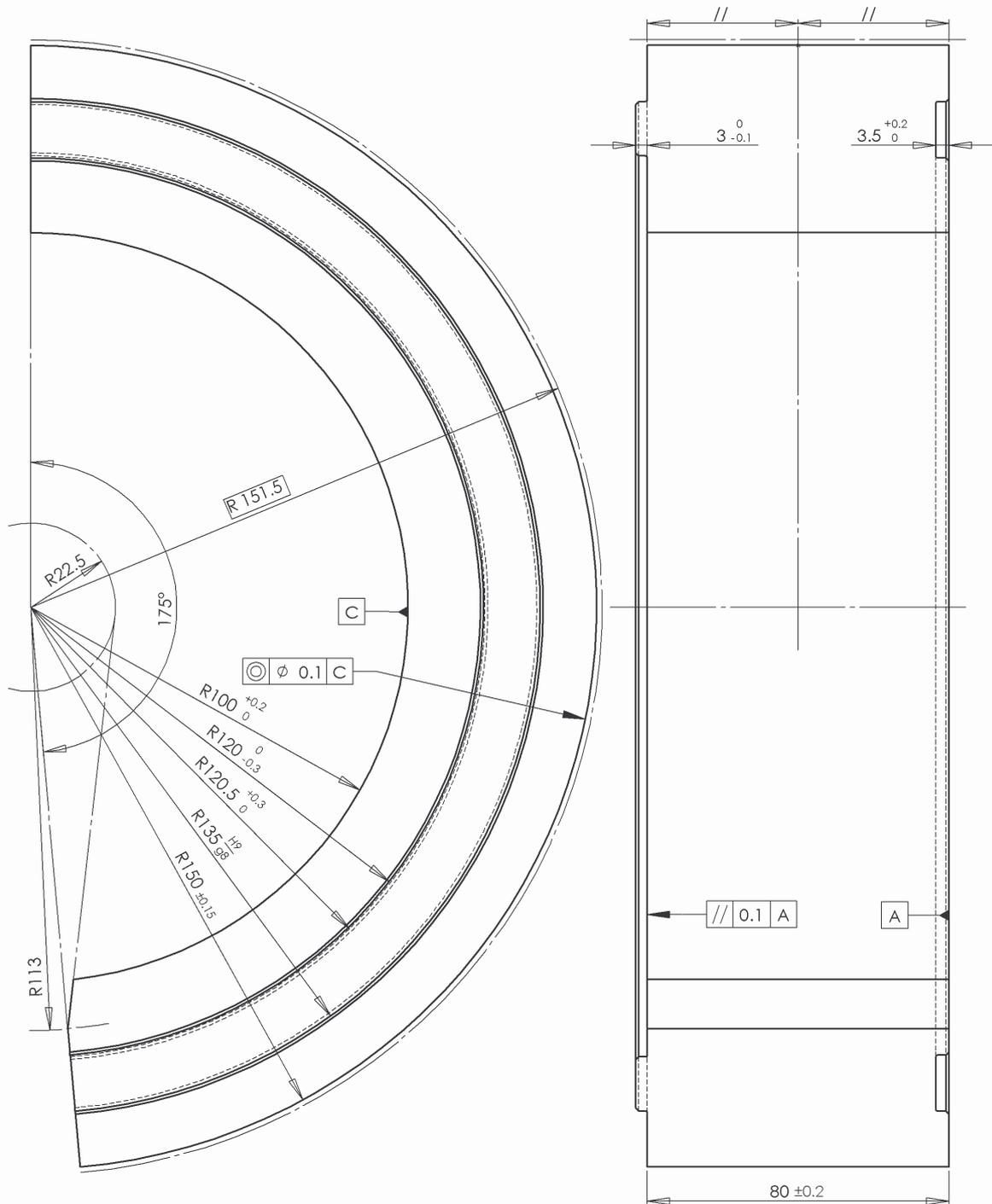
**Barème de notation :**

1.1	5/20
1.2	5/20
2.1	3/20
2.2	2/20
2.3	5/20

<b>ACADEMIE D'AMIENS</b>		
<b>B.T.S.</b>	<b>MISE EN FORME DES</b>	Durée : 6h
<b>Session 2004</b>	<b>MATERIAUX PAR FORGEAGE</b>	Coefficient : 4
<b>Sujet</b>	<b>E4-U4.2 Définition d'un outillage</b>	Feuille 4/12



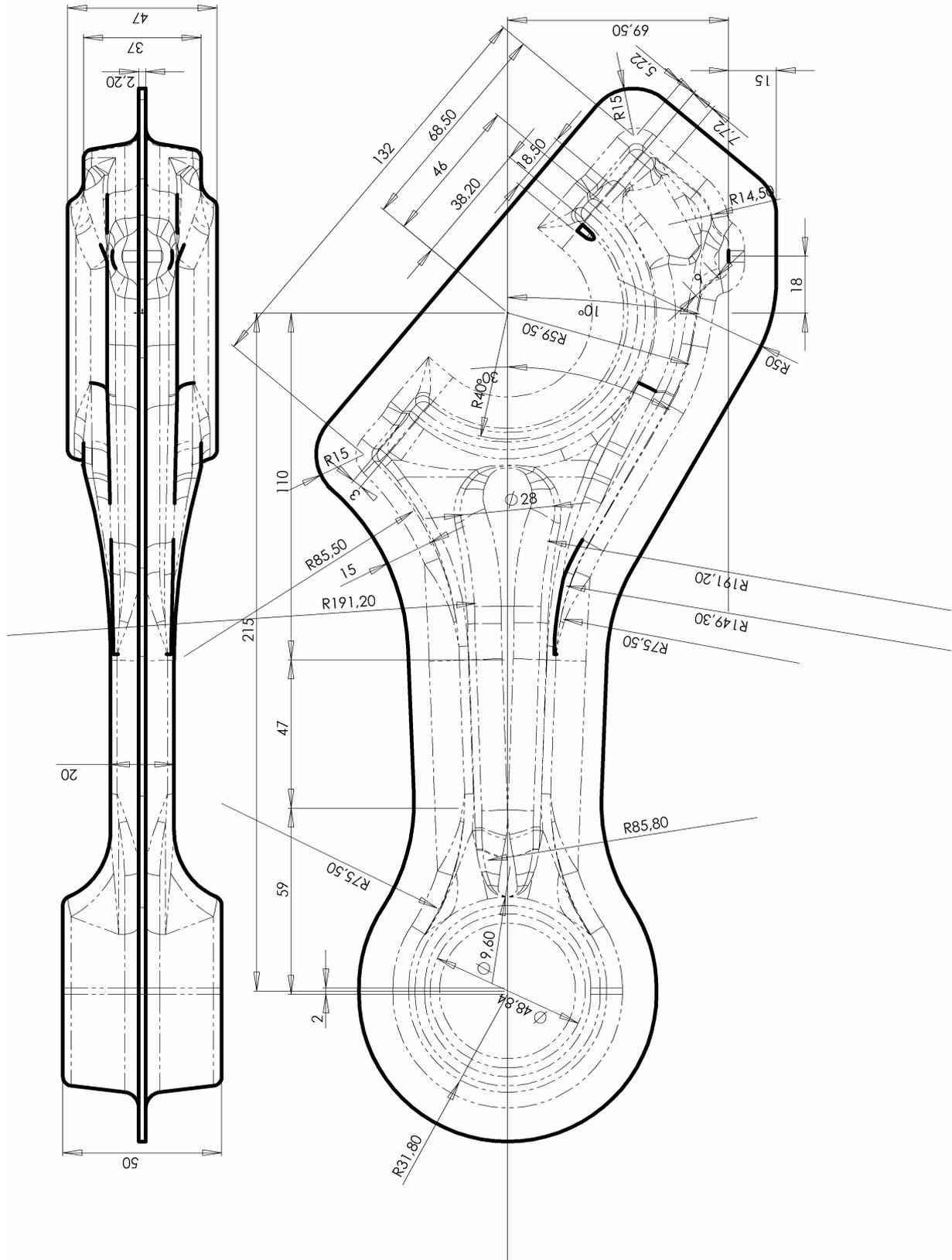
# Segment standard



## ACADEMIE D'AMIENS

<b>B.T.S.</b>	<b>MISE EN FORME DES</b>	Durée : 6h
Session 2004	<b>MATERIAUX PAR FORGEAGE</b>	Coefficient : 4
Sujet	E4-U4.2 Définition d'un outillage	Feuille 6/12

# Ebauche estampée

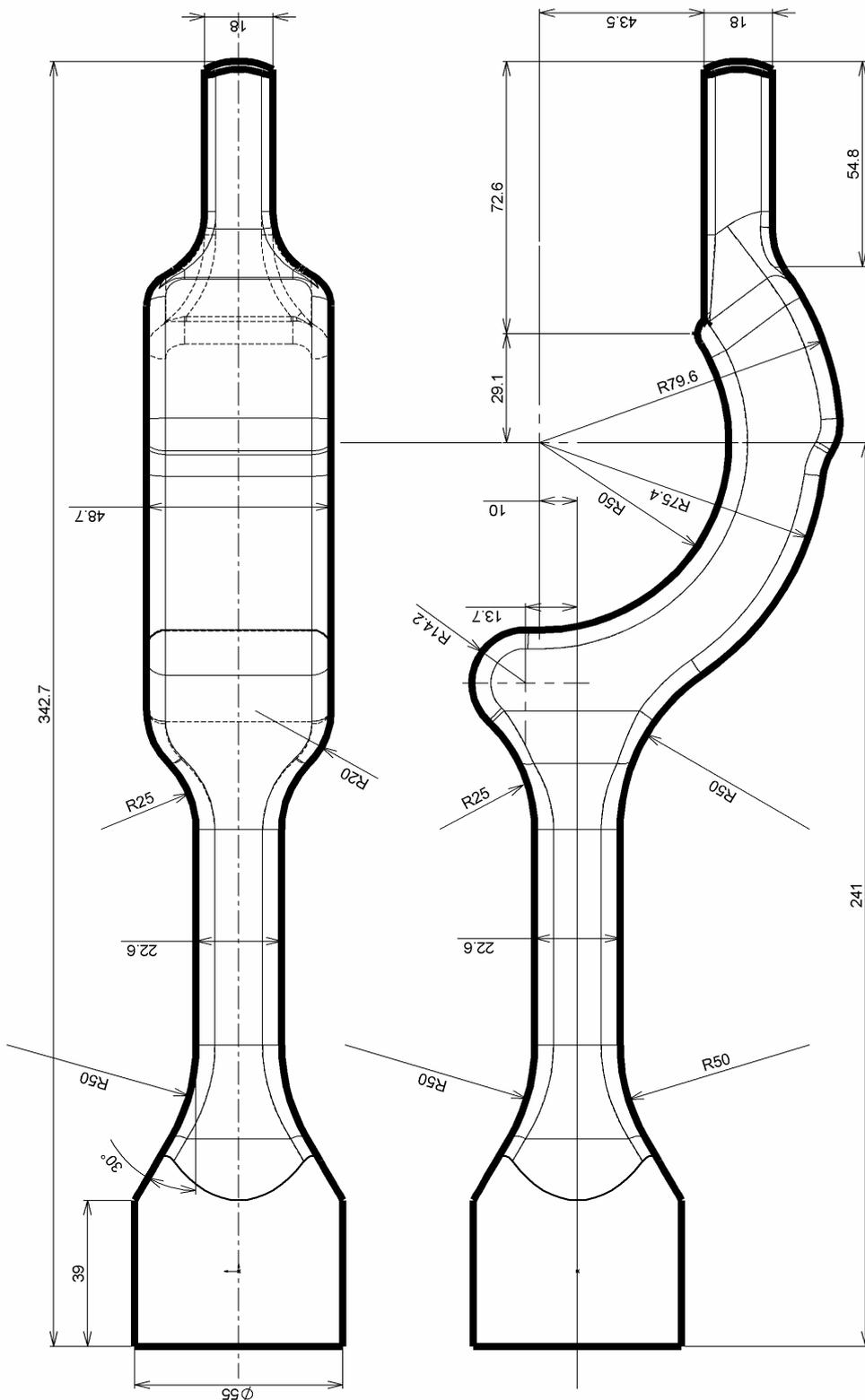


## ACADEMIE D'AMIENS

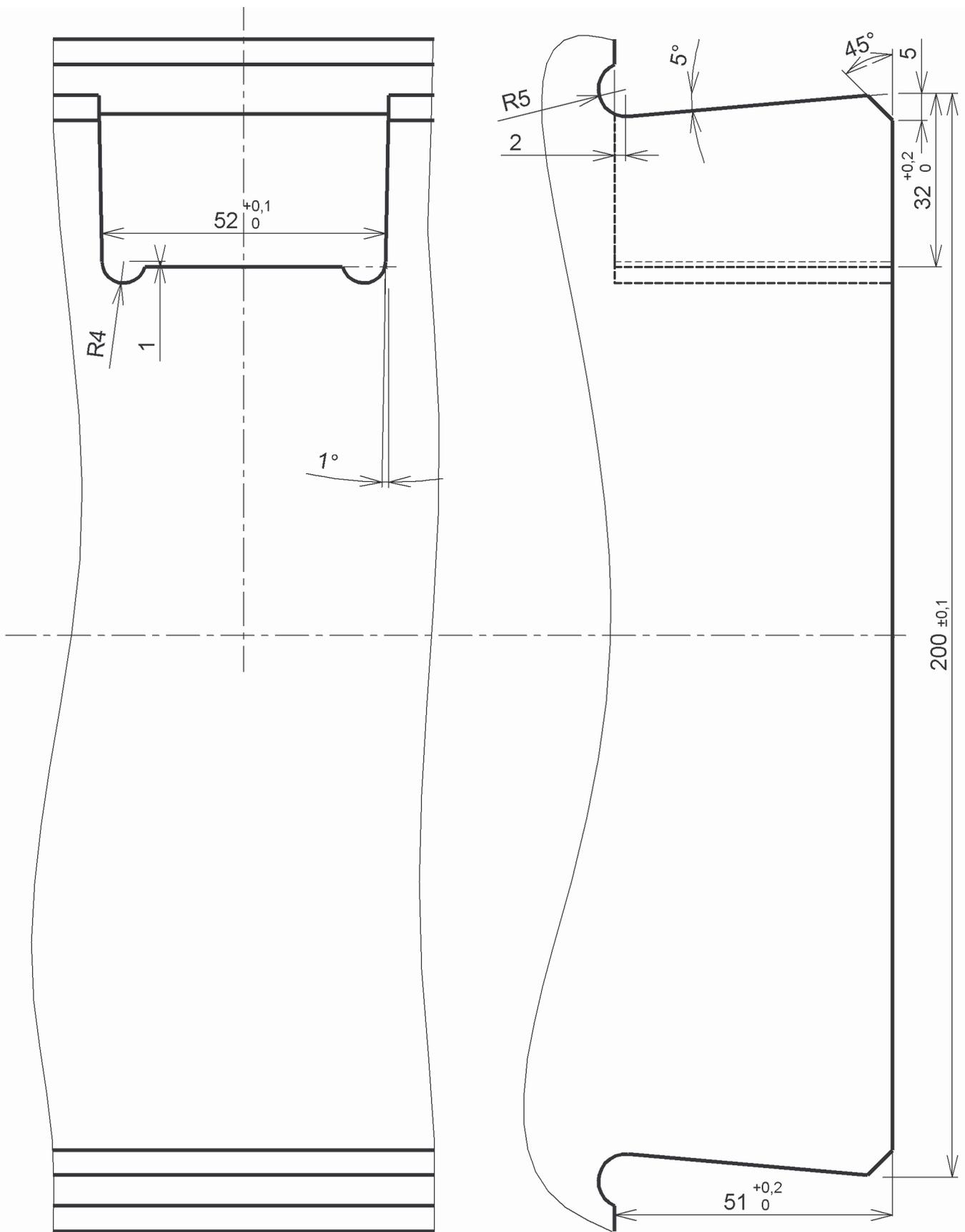
B.T.S.	MISE EN FORME DES	Durée : 6h
Session 2004	MATERIAUX PAR FORGEAGE	Coefficient : 4
Sujet	E4-U4.2 Définition d'un outillage	Feuille 7/12



Ebauche cambrée



<b>ACADEMIE D'AMIENS</b>		
<b>B.T.S.</b>	<b>MISE EN FORME DES</b>	Durée : 6h
Session 2004	<b>MATERIAUX PAR FORGEAGE</b>	Coefficient : 4
Sujet	E4-U4.2 Définition d'un outillage	Feuille 9/12



Matière 55NiCrMoV7 Traité 1200 1300 MPa

## ACADEMIE D'AMIENS

B.T.S.	MISE EN FORME DES	Durée : 6h
Session 2004	MATERIAUX PAR FORGEAGE	Coefficient : 4
Sujet	E4-U4.2 Définition d'un outillage	Feuille 10/12

Calcul de la machine nécessaire à l'estampage :

NOM de la pièce	Bielle de moteur marin		Matière	30 NiCrMo 16	
Largeur maximale de la pièce	120	mm	Largeur du cordon (lambda)	12,0	mm
Rayon le plus petit (2xRayon/Largeur pièce)	0,040		Frein (Lambda/epsilon)	5,5	
Filage le + important (Hauteur/largeur)	2,60				
Remarque : epsilon > 1,5 mm			Epaisseur du cordon (epsilon)	2,2	mm
Surface de la pièce	13100	mm <sup>2</sup>	Contrainte sur la pièce (p)	600	MPa
Surface du cordon	9620	mm <sup>2</sup>	Contrainte sur le cordon (q)	330	MPa
			Force pour un acier à 1050 °C en fin de forgeage		MPa
			Force	11035	kN
Volume pièce	306	cm <sup>3</sup>	Volume cordon	21	cm <sup>3</sup>
			Epaisseur moyenne		
			$A = V(p+c)/S(p+c)$	1,4	
Surface pièce	131	cm <sup>2</sup>	Surface cordon	96,2	cm <sup>2</sup>
			Largeur moyenne		cm
			$B = S(p+c)/L(p+c)$	6,9	
			Longueur (pièce + cordon)	33	cm
					cm
Coefficient de mincivité			Masse spécifique unitaire		
$K = A/B$	0,21		MSPU	7,3	
Elancement			MSPU corrigée		
$N = L(p+c)/B$	4,8		MSPU x	1,15	8,4
			Masse tombante		
Surface (pièce + cordon)	227,2	cm <sup>2</sup>	$M = \text{MSPU corrigée} \times S(p+c)$		
			1907		
Masse (p+c)	2,57	Kg	Nombre de chocs		
			n =		
Pourcentage de bavure /(p+c+t)	28%	%	Nombre de chocs efficaces		
			n(ro)		
			6,1		
Energie minimale (de pressage) = $M \times 9,81 \times 1,4 \times n(ro) / 2,1$					76092
					J
Type d'engin			Energie utile pour un acier à 1050 °C en fin de forgeage sur cet engin		
Coefficient de vitesse	2,1		Energie utile	159792	J
Matériau	30 NCD16	Température (fin)	1050	Résistance à chaud du matériau	9
					daN/mm <sup>2</sup>
Correction de température et de matière = Résistance / 7 daN/mm <sup>2</sup> =					1,29
Force de forgeage	14187	kN	Energie utile de forgeage	205447	J
Energie d'un coup =	26195	J	Surface de battage sur marteau pilon	524	cm <sup>2</sup>

## ACADEMIE D'AMIENS

<b>B.T.S.</b>	<b>MISE EN FORME DES</b>	Durée : 6h
Session 2004	<b>MATERIAUX PAR FORGEAGE</b>	Coefficient : 4
Sujet	<b>E4-U4.2 Définition d'un outillage</b>	Feuille 11/12

## Etude des réductions de sections en laminage

Section A	Initial	losange	carré	losange	carré
	1ère passe	2ème passe	3ème passe	4ème passe	
Sections successives	$S_0 = 2376$	$S_1 = 1307$	$S_2 = 849$	$S_3 = 442$	$S_4 = 322$
Rapports des sections	$\rho_1 = 0,55$	$\rho_2 = 0,65$	$\rho_3 = 0,52$	$\rho_4 = 0,73$	
Réductions R %	<b>45</b>	<b>35</b>	<b>48</b>	<b>27</b>	
		b1/h1= 3,2		b3/h3= 2,9	
		h = 23,2	c = 29,6	h = 14,2	c = 18,2
		b = 74,4		b = 41,2	
Volume :	20088	e = 6,3	f = 2,4	e = 3,8	f = 1,5
		lth = 92,7	lth = 41,8	lth = 51,3	lth = 25,8
Longueurs :	$L_0 = 8,5$	$L_1 = 15,4$	$L_2 = 23,6$	$L_3 = 45,5$	$L_4 = 62,3$

Section B	Initial	losange	carré	losange	carré
	1ère passe	2ème passe	3ème passe	4ème passe	
Sections successives	$S_0 = 2376$	$S_1 = 2376$	$S_2 = 2376$	$S_3 = 1806$	$S_4 = 1445$
Rapports des sections	$\rho_1 = 1,00$	$\rho_2 = 1,00$	$\rho_3 = 0,76$	$\rho_4 = 0,80$	
Réductions R %	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	
		b1/h1= 1,0		b3/h3= 1,7	
		h = 56,1	c = 49,5	h = 37,5	c = 38,6
		b = 56,1		b = 63,7	
Volume :	45053	e = 15,1	f = 4,0	e = 10,1	f = 3,1
		lth = 69,9	lth = 70,0	lth = 79,5	lth = 54,6
Longueurs :	$L_0 = 19,0$	$L_1 = 19,0$	$L_2 = 19,0$	$L_3 = 24,9$	$L_4 = 31,2$

Section C	Initial	losange	carré	losange	carré
	1ère passe	2ème passe	3ème passe	4ème passe	
Sections successives	$S_0 = 2376$	$S_1 = 2138$	$S_2 = 1839$	$S_3 = 1490$	$S_4 = 1236$
Rapports des sections	$\rho_1 = 0,90$	$\rho_2 = 0,86$	$\rho_3 = 0,81$	$\rho_4 = 0,83$	
Réductions R %	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	
		b1/h1= 1,3		b3/h3= 1,4	
		h = 47,6	c = 43,5	h = 37,5	c = 35,7
		b = 59,5		b = 52,5	
Volume :	74342	e = 12,8	f = 3,5	e = 10,1	f = 2,9
		lth = 74,1	lth = 61,5	lth = 65,5	lth = 50,5
Longueurs :	$L_0 = 31,3$	$L_1 = 34,8$	$L_2 = 40,4$	$L_3 = 49,9$	$L_4 = 60,1$

Section D	Initial	losange	carré	losange	carré
	1ère passe	2ème passe	3ème passe	4ème passe	
Sections successives	$S_0 = 2376$	$S_1 = 1473$	$S_2 = 1105$	$S_3 = 663$	$S_4 = 507$
Rapports des sections	$\rho_1 = 0,62$	$\rho_2 = 0,75$	$\rho_3 = 0,60$	$\rho_4 = 0,77$	
Réductions R %	<b>38</b>	<b>25</b>	<b>40</b>	<b>23,5</b>	
		b1/h1= 2,7		b3/h3= 2,3	
		h = 26,9	c = 33,7	h = 19,5	c = 22,9
		b = 72,5		b = 44,9	
Volume :	52608	e = 7,3	f = 2,7	e = 5,3	f = 1,8
		lth = 90,4	lth = 47,7	lth = 56,0	lth = 32,3
Longueurs :	$L_0 = 22,1$	$L_1 = 35,7$	$L_2 = 47,6$	$L_3 = 79,4$	$L_4 = 103,7$

## ACADEMIE D'AMIENS

B.T.S.	MISE EN FORME DES	Durée : 6h
Session 2004	MATERIAUX PAR FORGEAGE	Coefficient : 4
Sujet	E4-U4.2 Définition d'un outillage	Feuille 12/12