



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

**Campagne 2009**

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 2009  
-----

**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 5)
- Plan de la pièce en aluminium (ANNEXE 1 au format A1)
- Graphiques et tableaux de la méthode de calcul d'engin (pages 6 à 11)
- Données rhéologiques (pages 12 et 13)

DOCUMENTS DISPONIBLES :

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

DOCUMENTS PERSONNELS AUTORISES :

- TOUS

## **Forgeage de « Branches de compas »**

### **1<sup>er</sup> modèle**

**PIECE EN ALUMINIUM  
sur presse hydraulique**

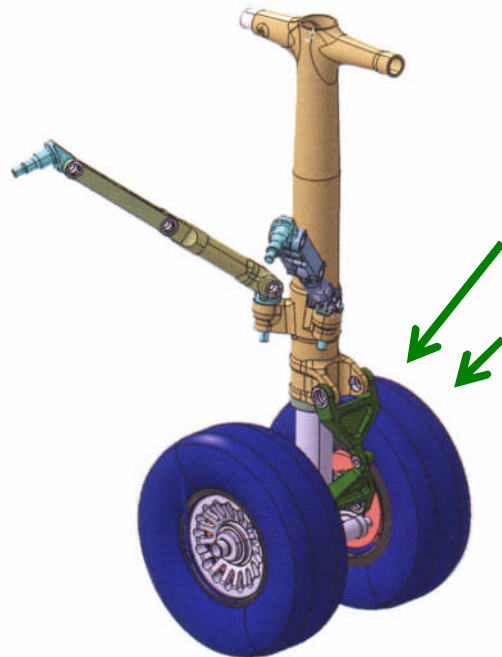
### **2<sup>ème</sup> modèle**

**PIECE EN ACIER  
sur marteau pilon**

#### **Dossier technique**

Les BRANCHES DE COMPAS sont deux pièces mécaniques « jumelles » (en vert sur l'image) associées entre elles et montées sur les trains d'atterrissage des avions. Elles maintiennent la direction des roues de l'avion par rapport à la carlingue tout en permettant un grand débattement de la tige d'amortisseur (en gris) par rapport au fut (en beige).

Suivant les modèle d'avion, leurs dimensions et les constructeurs, ces pièces sont soit en alliage d'aluminium, soit en acier. Dans les deux cas ce sont des alliages à haute résistance mécanique qui sont utilisés.



1<sup>er</sup> Modèle : PIÈCE EN ALUMINIUM

Les branches de compas à produire sont définies par le plan de pièce matricée joint en ANNEXE 1.

Il s'agit du modèle « Branche de compas 2009-U41 ».



Ces pièces en aluminium de type EN AW-7075 (AlZn5,5MgCu) suivent technologiquement la gamme de production suivante :

- *Préparation des ébauches par étirage et découpage.*
- *Réchauffage à 400°C*
- *Matriçage en gravure d'ébauche sur presse hydraulique.*
- *Détourage par fraisage de la bavure.*
- *Meulage, burinage.*
- *Réchauffage à 400°C*
- *Matriçage en gravure de finition sur presse hydraulique.*
- *Détourage de la bavure et de la toile par fraisage.*

Données techniques concernant la pièce en aluminium

Volume de la pièce : 2 960 cm<sup>3</sup>

Masse de la pièce : 8 kg

Surface de la pièce au plan de joint : 45 000 mm<sup>2</sup>

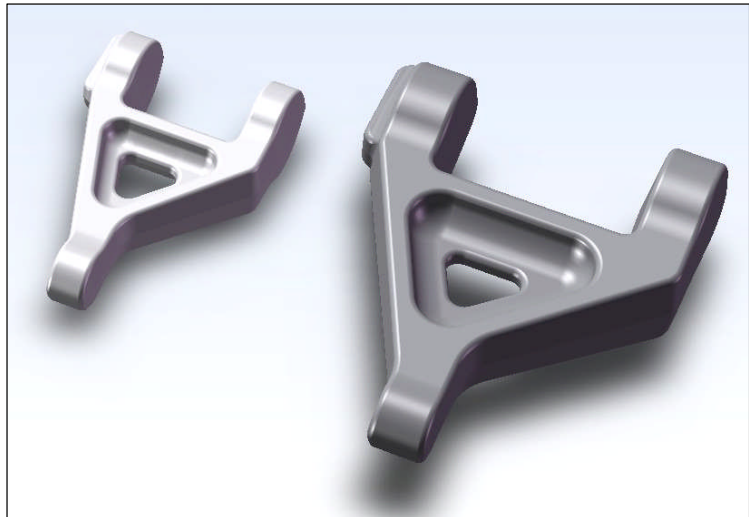
Masse de l'ébauche mise en gravure : 10,8 kg

Épaisseur de toile à prévoir en ébauche : 12 mm

On cherche à déterminer la capacité mécanique de la presse capable d'effectuer le matriçage de cette pièce.

## 2ème modèle : PIÈCE EN ACIER

Une autre demande de production concerne des branches de compas en acier de type 36NiCrMo16. L'habillage de la pièce en acier mène au dessin d'une pièce dont la morphologie est très proche. Par contre les dimensions sont plus grandes : Les épaisseurs et les longueurs sont plus grandes de 30%, tandis que les largeurs sont plus grandes de 65%. La pièce est relativement plus large.



Ces pièces en acier suivent technologiquement la gamme de production suivante :

- *Préparation des ébauches par étirage.*
- *Réchauffage à 1150°C*
- *Estampage ébauche sur marteau pilon.*
- *Réchauffage à 1150°C*
- *Estampage finition sur marteau pilon.*
- *Ebavurage à chaud.*

On cherche à savoir si le pilon 16 Tonnes de 400 KJ de l'entreprise sera capable ou non de réaliser cette pièce.

Si oui on cherche aussi à déterminer le nombre de coups à frapper en ébauche, sachant que l'on réserve environ quatre à cinq coups en gravure de finition.

### Données techniques concernant la pièce en acier

Volume de la pièce : 8 330 cm<sup>3</sup>

Masse de la pièce : 65 kg

Surface de la pièce au plan de joint : 98 000 mm<sup>2</sup>

Masse de l'ébauche mise en gravure : 88 kg

## Travail demandé

### A- PIECE EN ALUMINIUM

1. Calculer l'effort nécessaire au matriçage finition de la « Branche de compas 2009-U41 » en aluminium.

**Remarque :** La méthode de calcul est basée sur l'estampage d'une pièce en acier ordinaire dont la température varie entre 1200°C au début et 1050°C en fin de forgeage.

2. Présenter les caractères géométriques qui vont être différents en gravure d'ébauche par rapport à la finition et qui vont influencer la valeur de l'effort de forgeage.

**Remarque :** Le plan au format A1 peut servir de support pour dessiner des formes, des contours... (Compter le plan au format A1 comme une page de copie lorsqu'il est rendu pour correction).

3. Reprendre le calcul dans ce cas (cas de l'ébauche).
4. Définir la presse hydraulique nécessaire au matriçage de cette pièce.

### B- PIECE EN ACIER

**Remarque :** Pour les estimations d'effort et d'énergie sur la grosse pièce, on calculera ceux nécessaires à la fabrication de la petite pièce et on multipliera seulement les résultats par les coefficients dus aux facteurs l'échelle.

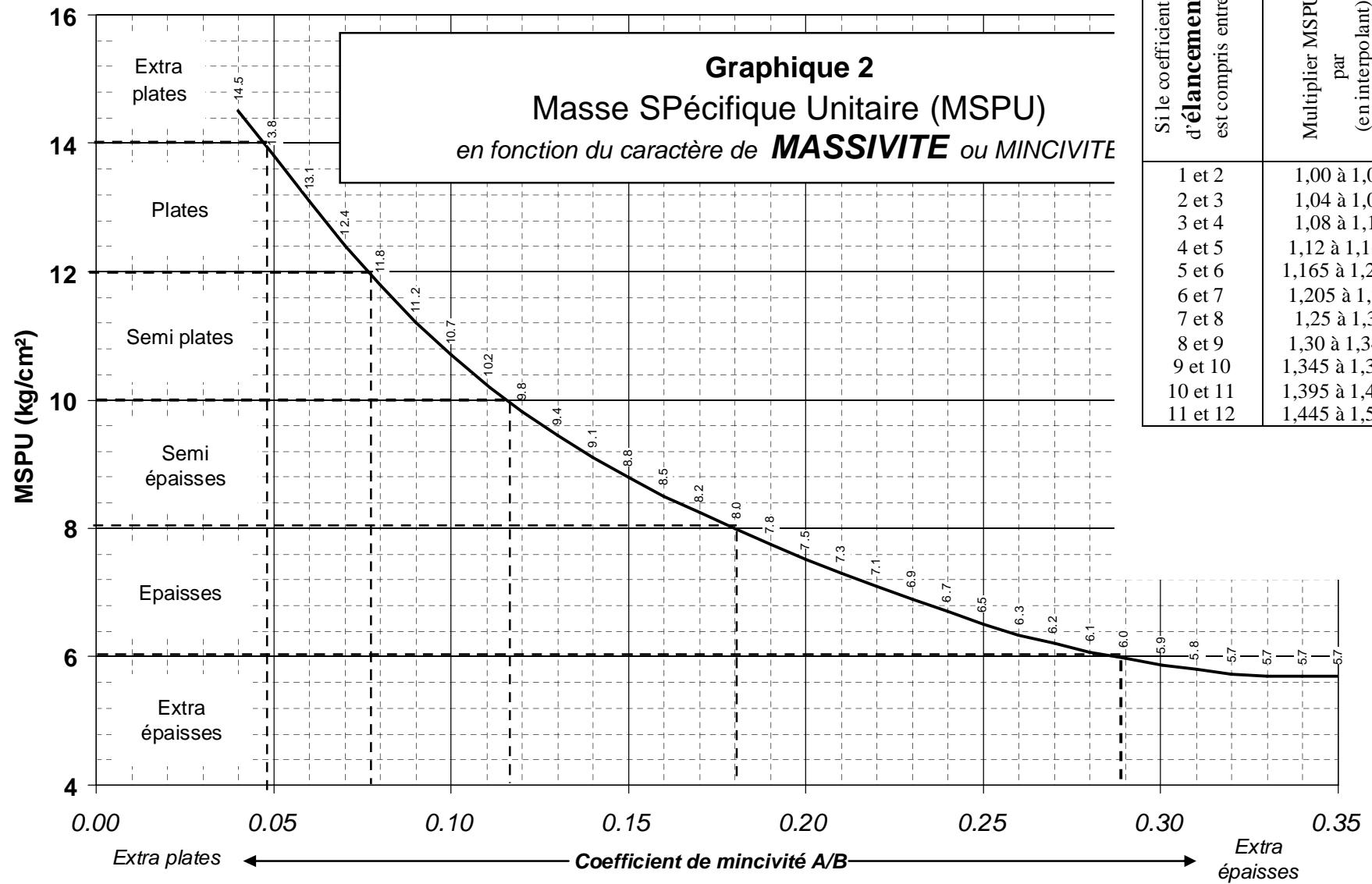
1. Vérifier la capacité du pilon de l'entreprise à réaliser la pièce en acier. Spécifier le (les) indicateur(s) utilisé(s) pour cette vérification.
  2. Déterminer le nombre de coups prévisionnel en ébauche sachant qu'on réserve 5 à 6 coups pour le passage en gravure de finition.
- \_\_\_\_\_

**TABLEAU 1**

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

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

Largeur ou diamètre (en mm)	Valeurs de $\lambda$ 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**

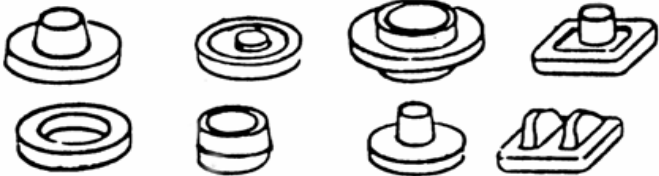








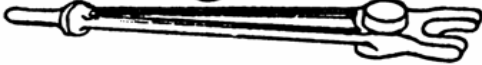
Ce tableau donne le % de bavure en vue de déterminer le nombre de chocs pour matricer une ébauche préfabriquée.

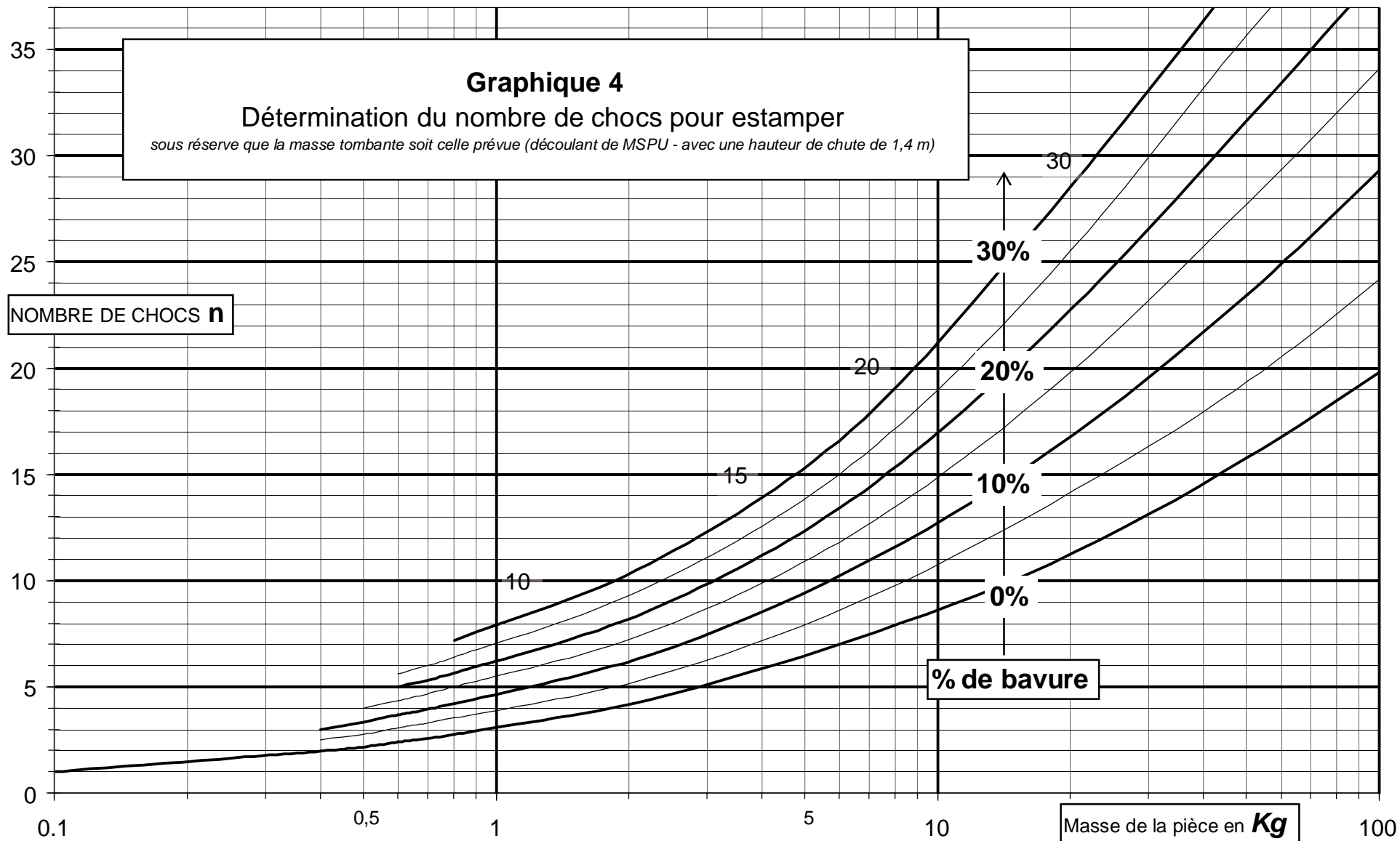
La tenue, quand elle est prévue, n'intervient pas dans ce % (elle ne modifie pas le nombre de chocs).

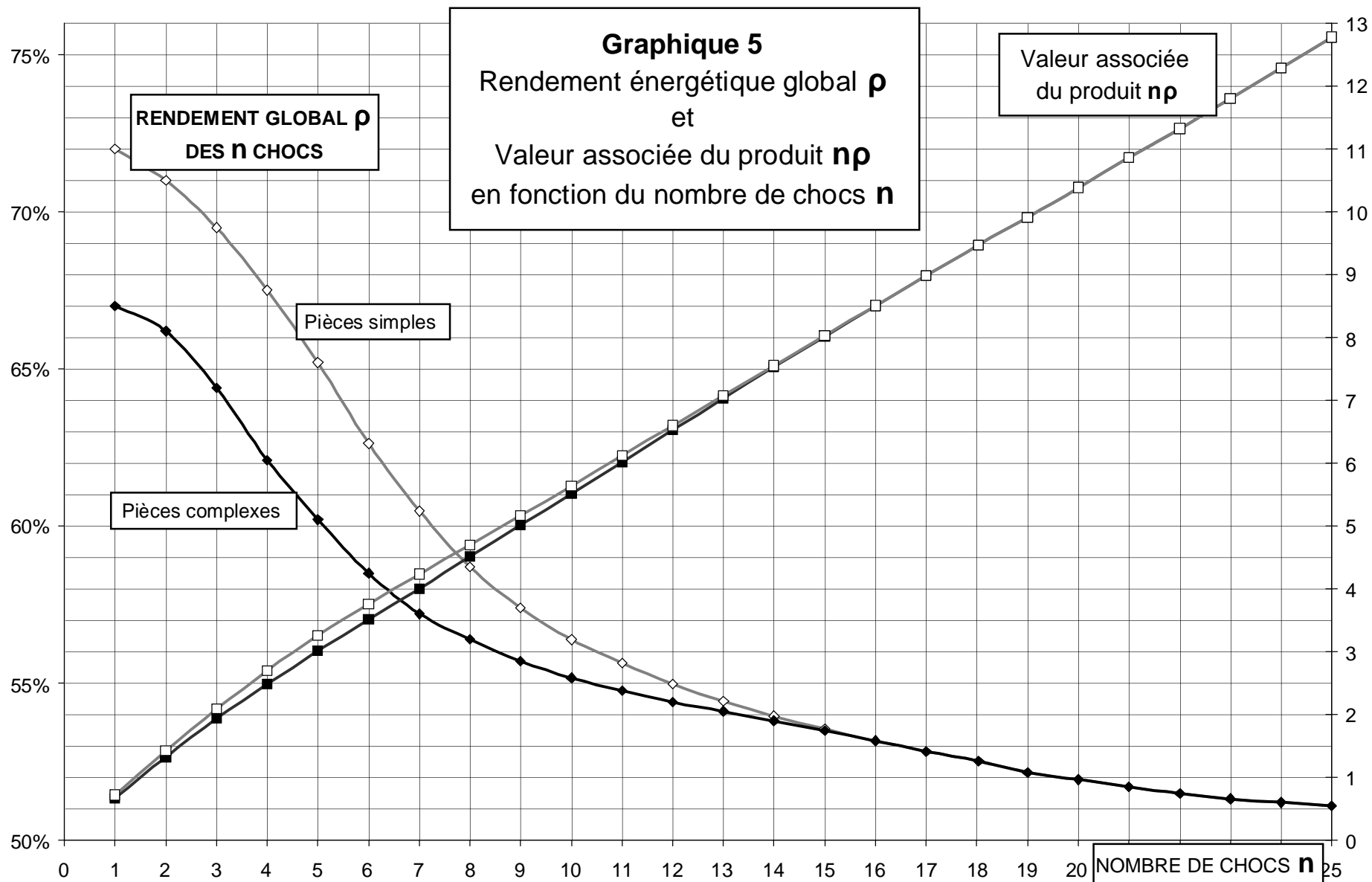
*L'utilisation de ce tableau se fait qu'en l'absence d'étude précise de fabrication.*

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

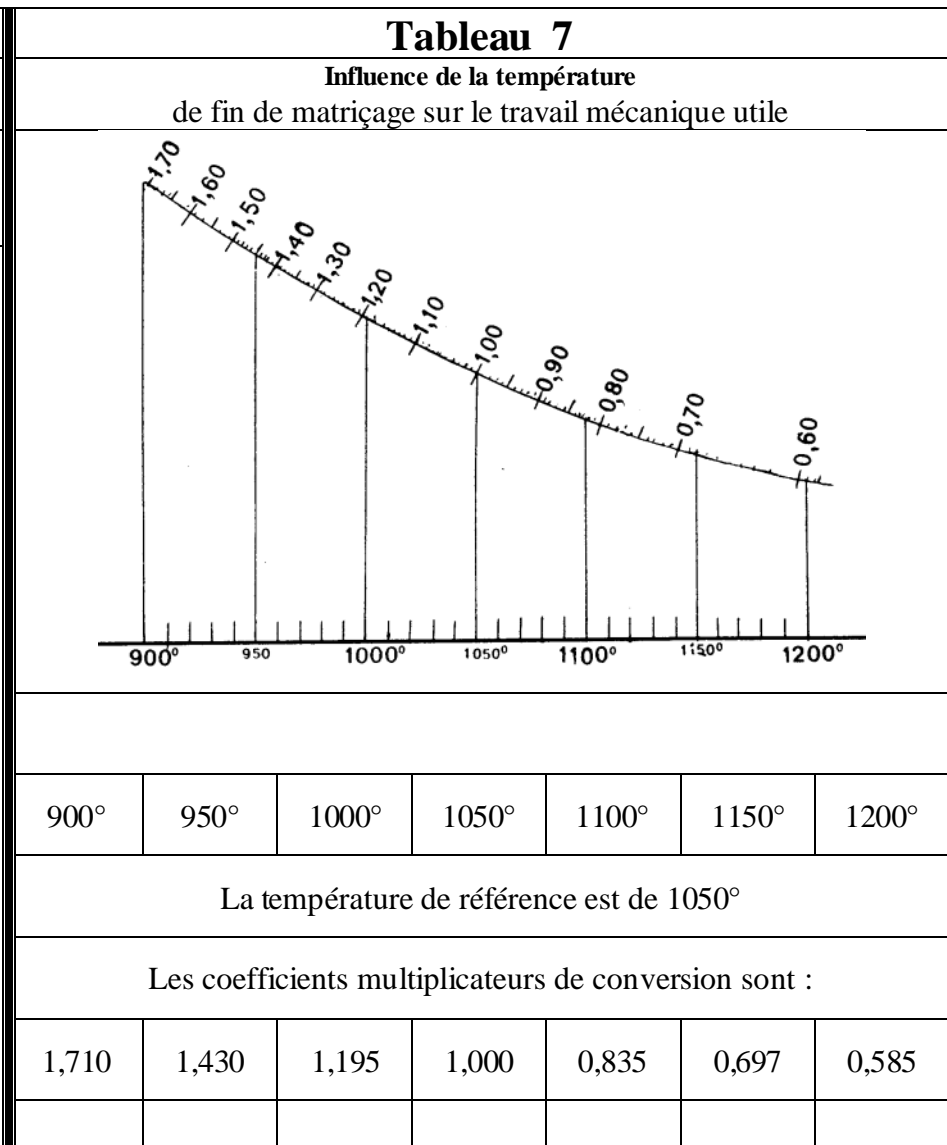
$$\% \text{ bavure} = (\text{Vol. bavure} / \text{Vol. pièce} + \text{toile} + \text{cordon}) \times 100$$

	<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>		<p>33 à 37%</p>

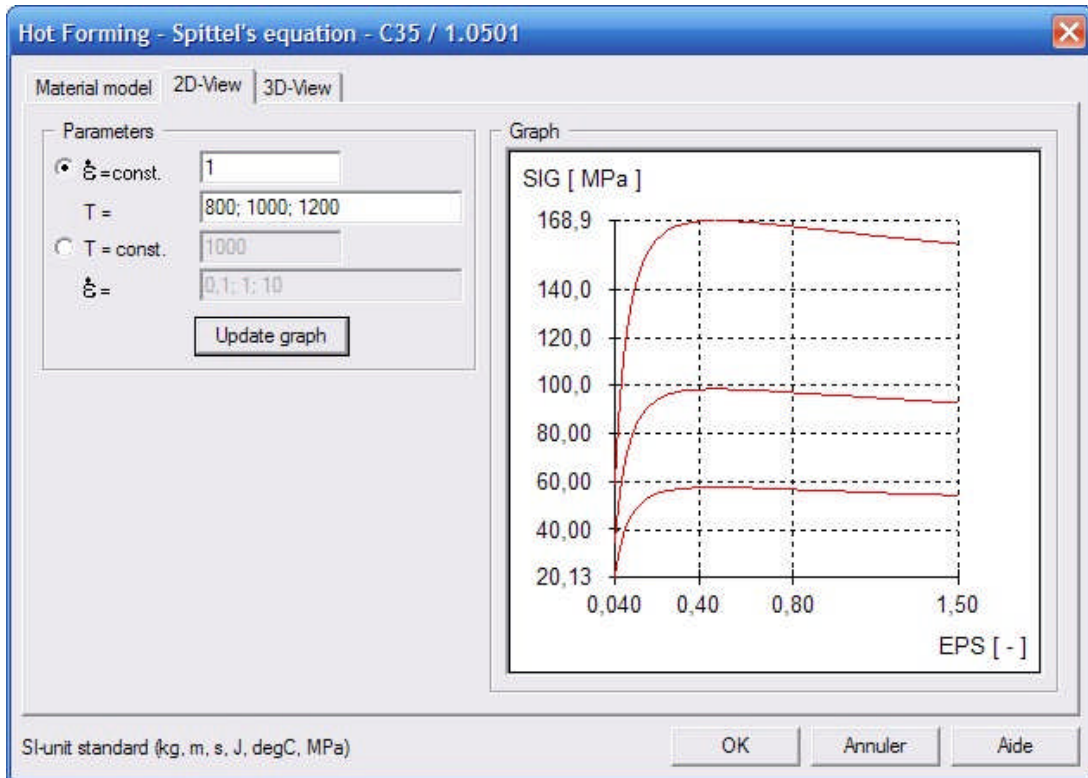




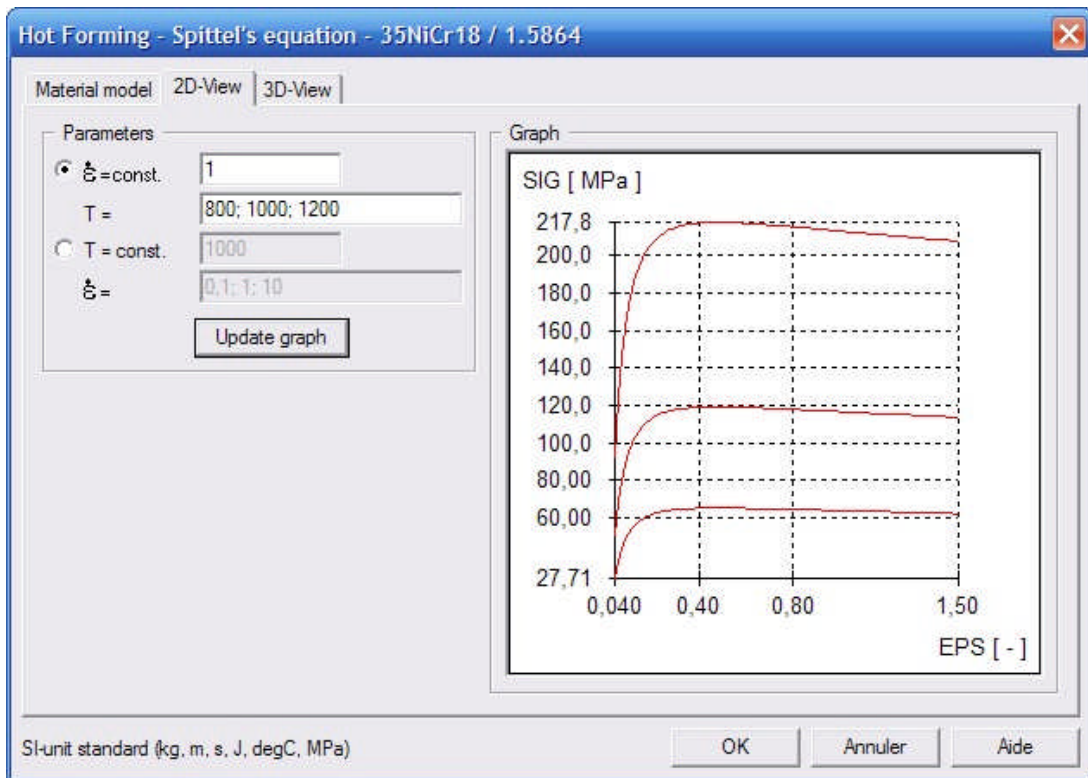
<b>Tableau 6</b>			
<b>Influence de la vitesse</b> sur le travail mécanique utile au matriçage			
Engins	Vitesse m/s	Valeur du rapport travail utile / travail minimal	
Presse à vitesse négligeable	≈ 0	1,00	
Presse hydraulique très lente	< à 0,05	1,03	± 1 %
Presse hydraulique moins lente	< à 0,20	1,08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



Pour un acier ordinaire



Pour un acier proche du 35NiCrMo16



Pour un aluminium proche du EN AW-7075

