

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

-----  
Session 2007  
-----

**Epreuve E 4**  
**Etude d'un système 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)
- Annexes (pages 5 à 10)

DOCUMENTS DISPONIBLES :

- Copies de rédaction
- Feuilles de brouillon
- Feuille de calque pour le graphique presse à vis

DOCUMENTS PERSONNELS AUTORISES :

- Aucun

# Analyse de l'utilisation d'un pilon et choix d'une presse à vis capable

## Dossier technique

On fabrique la pièce axisymétrique « Palier 2036-1507 » dont le dessin est donné en ANNEXE 1.

On utilise un lopin en acier (Nuance 35NiCrMo16) de diamètre 85 mm et de hauteur 122 mm, que l'on chauffe à 1 100 °C.

### Résultats du calcul d'engin

Un calcul préliminaire, utilisant la méthode de Chamouard, a permis de déterminer l'effort ultime de forgeage ainsi que l'énergie minimale pour produire cette pièce :

- $F = 14\,000\text{ KN}$
- $E_{\min} = 71\text{ KJ}$  (Vitesse nulle « prendre  $\dot{\varepsilon} \approx 1\text{ (m/m)/s.}$  »)

Les conditions de ce calcul sont habituelles :

- Acier ordinaire (C35)
- Température de début de chauffage d'environ 1 200 °C.

Des données rhéologiques concernant un acier ordinaire et un acier proche de celui utilisé pour fabriquer la pièce sont fournies en ANNEXE 2.

Le tableau des effets de la vitesse utilisé dans la méthode Chamouard est donné en ANNEXE 3.

Le tableau des effets de la température utilisé dans la méthode Chamouard est donné en ANNEXE 4.

Le graphique des rendements de chocs utilisé dans la méthode Chamouard est donné en ANNEXE 5.

1<sup>er</sup> CAS : sur PILON

On forge le « palier 2036-1507 » sur un pilon à chute libre de 3 000 Kg de masse tombante (à laquelle il faut ajouter les 200 Kg d'outillage), réglé à 1,5 m de hauteur de chute.

Masse de la chabotte :  $M_{ch} = 60\,000\text{ Kg}$ ,

Vitesse moyenne de déformation = 200 (m/m)/s (pour cette pièce, sur cette machine).

A l'atelier les estampeurs frappent 11 coups pour fabriquer la pièce. Des mesures de la vitesse absolue de la masse tombante ont été faites au cours de la fabrication de l'une de ces pièces. Le tableau ci-dessous donne ces valeurs relevées.

Coup	Vitesse d'impact <i>m/s</i>	Vitesse de rebond <i>m/s</i>
1	-3.5	0
2	-4.5	0.5
3	-5.2	1.2
4	-5.1	1.5
5	-5.3	1.8
6	-5.2	2.5
7	-5.3	3
8	-5.4	4.2
9	-5.3	4.8
10	-5.4	4.9
11	-5.5	5

2<sup>ème</sup> CAS : sur PRESSE à VIS

On souhaite déterminer la presse à vis la mieux adaptée au forgeage de cette pièce.

La presse à vis est à choisir dans la liste des presses données en ANNEXE 5.

Vitesse moyenne de déformation = 10 (m/m)/s (pour cette pièce, sur une presse à vis).

## Travail demandé

### 1- Calcul des forces et énergies

A partir des résultats « Force et Energie minimale » du calcul par la méthode Chamouard, déterminer par le calcul, ou à l'aide des graphiques, les forces et énergies utiles de forgeage sur le pilon et sur une presse à vis. Expliquer la démarche.

Attention : Il sera tenu compte du matériau et de la température de forgeage.

### 2- Adaptation du calcul au pilon

Déterminer le nombre de coups nécessaire au forgeage de cette pièce.

N. B. : Prendre 240 *KJ* pour l'énergie utile.

### 3- Comparaison calcul prévisionnel et pratique d'atelier

A partir des mesures enregistrées (page 3), déterminer le rendement de chaque coup ainsi que le rendement global. Expliquer la démarche choisie.

Pour ce calcul et pour faciliter l'exploitation mathématique des données, on prendra une énergie dissipée dans la chabotte égale à environ 10% de l'énergie cinétique du choc.

Les calculs seront présentés dans un tableau, les résultats sous forme d'un graphique.

Analyser et conclure.

### 4- Choix de la presse à vis

En fonction des caractéristiques données dans le tableau en ANNEXE 6, choisir la presse juste capable de produire la pièce calculée. Tracer la courbe de la presse choisie, indiquer les réglages à effectuer ainsi que la répartition des efforts et des énergies correspondants.

N. B. : Prendre 150 *KJ* pour l'énergie utile et 22 000 *KN* pour l'effort de forgeage.

---

Répartition des points : Question n°1 notée sur 7 points, Question n°2 notée sur 4 points, Question n°3 notée sur 5 points, Question n°4 notée sur 4 points.



## 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  $\sigma = A.e^{m_1.T} . \bar{\epsilon}^{m_2} . \dot{\epsilon}^{m_3} . e^{m_4/\bar{\epsilon}}$  pour les nuances suivantes :

→ 35NiCr18

→ 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 :

	$A$	$m_1$	$m_2$	$m_3$	$m_4$
35NiCr18	2485	-0.00301	-0.101	0.141	-0.0484
C35	1500	-0.00269	-0.127	0.145	-0.0596

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

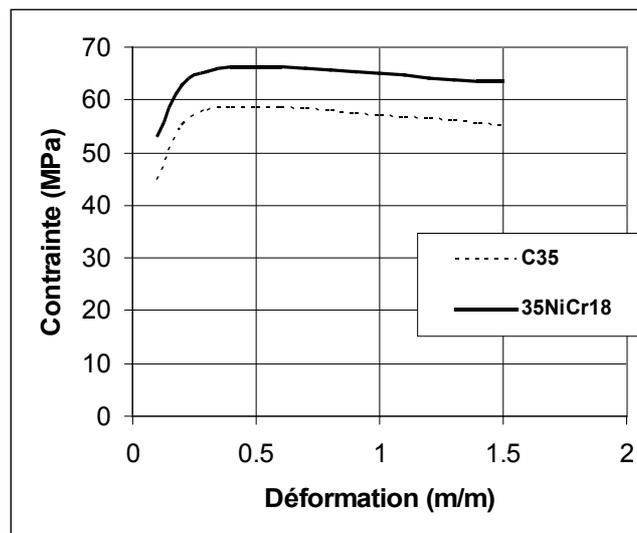
$$750 \text{ } ^\circ\text{C} < T < 1200 \text{ } ^\circ\text{C} ; 0.04 \text{ m/m} < \bar{\epsilon} < 1.5 \text{ m/m} ; 0.01 \text{ (m/m)/s} < \dot{\epsilon} < 500 \text{ (m/m)/s}$$

Comparaison graphique

établie pour

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

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



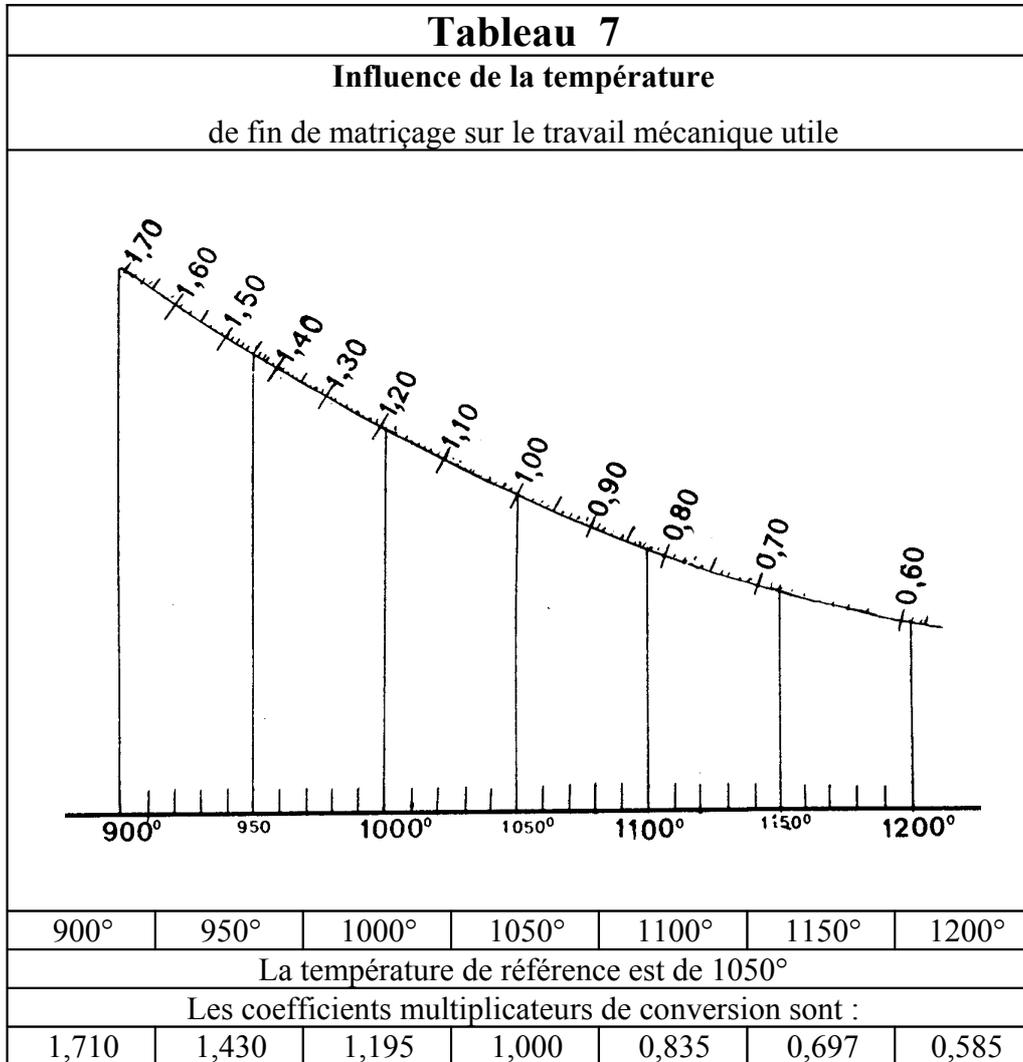
ANNEXE 3

Tableau 6 - Extrait de la méthode « CHAMOUARD » de calcul d'engin

<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	Hauteur de chute 1,00 ou	4,40	1,77 ± 4 %
	à Hauteur de chute 1,20 ou	4,85	1,92 ± 5 %
chute libre	Hauteur de chute 1,40 ou	5,25	2,10 ± 5 %
Contre frappe	Hauteur de chute 1,70 ou	5,75	2,39 ± 5 %
Course réduite	Hauteur de chute 2,00 ou	6,30	2,54 ± 6 %
Double effet	Hauteur de chute 2,20 ou	6,55	2,72 ± 6 %
	Hauteur de chute 2,35 ou	6,80	2,82 ± 6 %

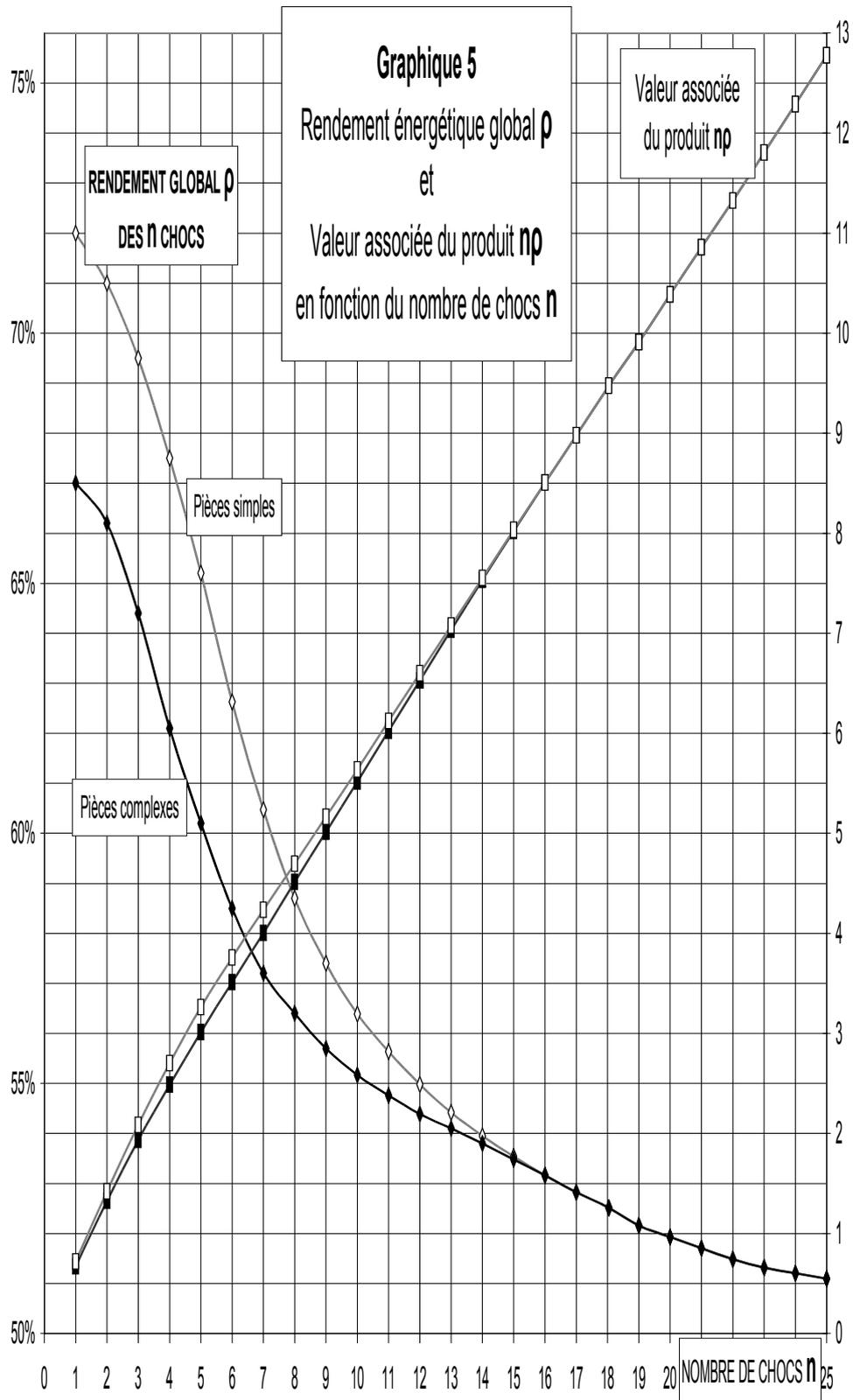
ANNEXE 4

Tableau 7 - Extrait de la méthode « CHAMOUARD » de calcul d'engin



ANNEXE 5

Graphique 5 - Extrait de la méthode « CHAMOULARD » de calcul d'engin



ANNEXE 6

Extrait d'une documentation du constructeur de Presses à Vis VACCARI

TECHN DATEN CARACTÉRISTIQUES			
MOD.	Energie	Nenn- Kraft	Spindel
	Kgm	Ton	Vis
5PS	350	100	100
6PS	640	165	130
7PS	1090	230	150
8PS	1800	330	180
9PS	2550	400	200
10NS	3600	530	230
PV270	6600	730	270
PV300	10800	900	300
PV330	14100	1100	330
PV360	19300	1300	360
PV410	28400	1700	410
PV460	37200	2100	460
P510	49500	2600	510
PV560	65800	3150	560

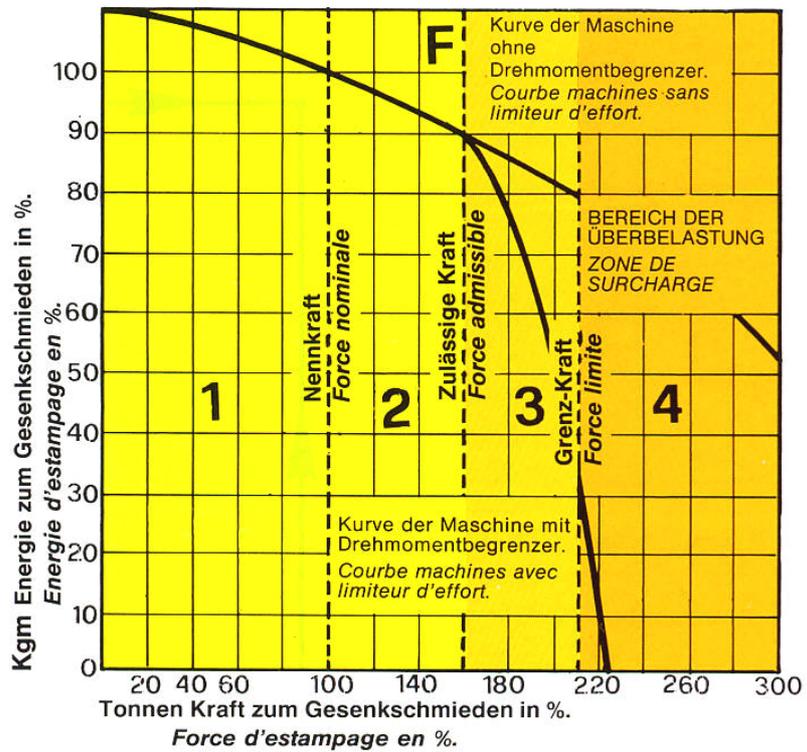


SCHAUBILD VON KRAFT UND ENERGIE DIAGRAMME FORCE ENERGIE