

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

Session 2017

**Épreuve E 4
Étude 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 AUTORISÉS :

- Tous documents

BTS Mise en Forme des Matériaux par Forgeage		Session 2017
U4.1 – Comportement mécanique d'une machine et de son outillage	Code : 17MSE4CM	Page 1 / 10

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

Dossier technique

On fabrique la pièce axisymétrique « Entraîneur 2036-1516 » dont le dessin est donné en ANNEXE 1.

On utilise un lopin en acier (Nuance 35NiCrMo16) de diamètre 80 mm et de hauteur 136 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 :

- $F = 13\,000\text{ kN}$
- $E_{\min} = 83\text{ kJ}$ (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.

BTS Mise en Forme des Matériaux par Forgeage		Session 2017
U4.1 – Comportement mécanique d'une machine et de son outillage	Code : 17MSE4CM	Page 2 / 10

1^r CAS : sur PILON

On forge l' « Entraîneur 2036-1516 » 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).

À l'atelier les estampeurs frappent 13 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	Vitesse de rebond
	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>
1	- 3,4	-
2	- 3,3	0,2
3	- 5,3	0,4
4	- 5,3	0,6
5	- 5,5	0,6
6	- 5,5	1,8
7	- 5,6	3,0
8	- 5,5	3,5
9	- 5,5	3,8
10	- 5,6	4,3
11	- 5,5	4,7
12	- 5,6	5,0
13	- 5,5	5,0

2^e 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).

BTS Mise en Forme des Matériaux par Forgeage		Session 2017
U4.1 – Comportement mécanique d'une machine et de son outillage	Code : 17MSE4CM	Page 3 / 10

Travail demandé :

Première partie : Calcul des forces et énergies.

Question 1.1 : À partir des résultats « Force et Energie minimale » du calcul par la méthode « Chamouard », en tenant compte du matériau et de la température de forgeage, **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.

Question 1.2 : **Expliquer** la démarche de calcul.

Deuxième partie : Adaptation du calcul au pilon.

Question 2.1 : Pour une énergie utile de 270 KJ, **déterminer** le nombre de coups nécessaire au forgeage de cette pièce.

Troisième partie : Comparaison des calculs prévisionnel et pratique d'atelier.

Question 3.1 : Pour une énergie dissipée dans la chabotte égale à environ 10% de l'énergie cinétique du choc et à partir des mesures enregistrées (page 3), **déterminer** le rendement de chaque coup ainsi que le rendement global.

Question 3.2 : **Expliquer** la démarche choisie.

Question 3.3 : **Présenter** les calculs dans un tableau. **Présenter** les résultats sous forme d'un graphique. **Analyser** les résultats

Question 3.4 : **Comparer** les résultats obtenus et mis en forme. **Conclure**.

Quatrième partie : Choix de la presse à vis.

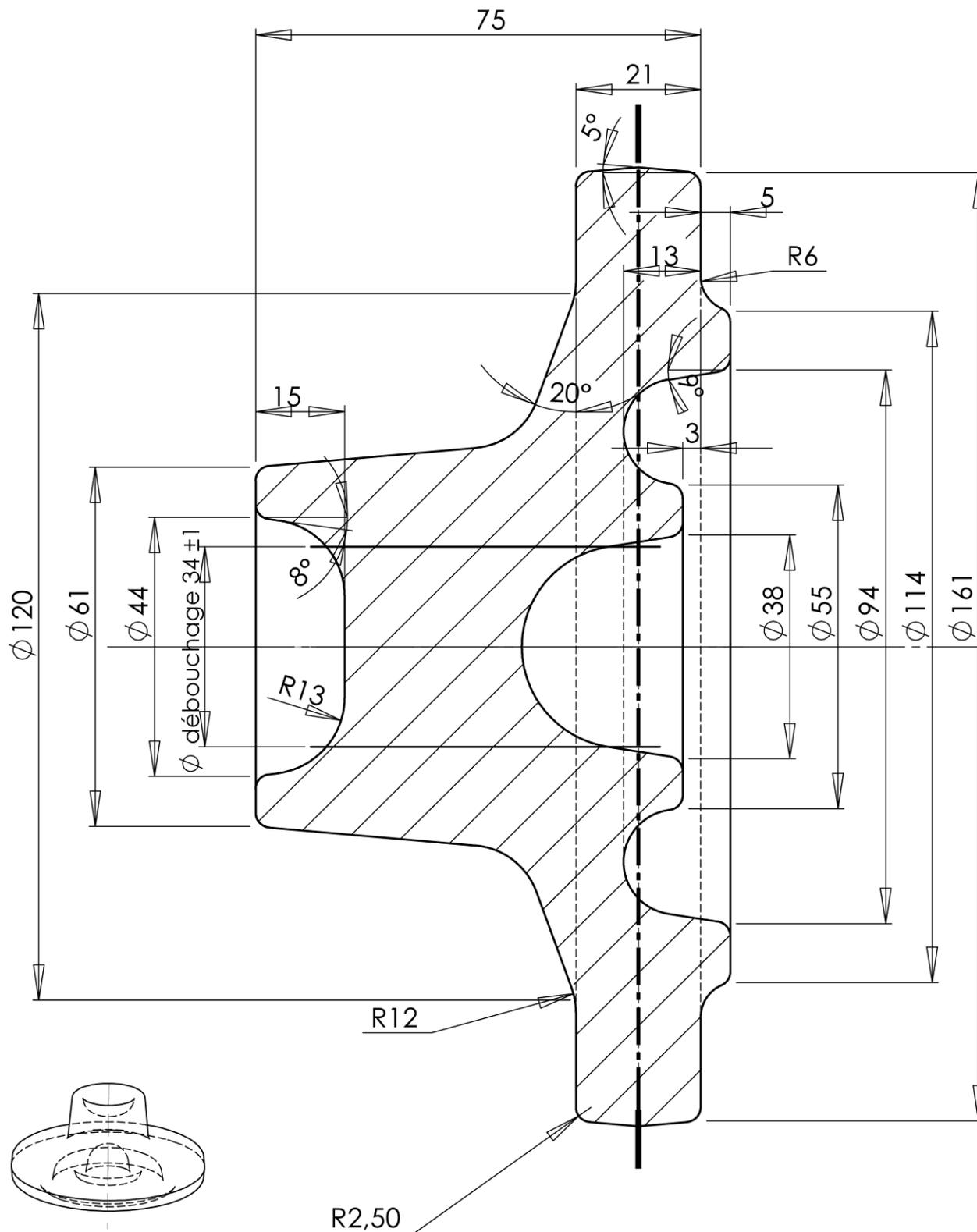
Question 4.1 : En fonction des caractéristiques données dans le tableau en ANNEXE 6, **choisir** la presse juste capable de produire la pièce calculée.

Question 4.2 : Pour une énergie utile de 180 kJ et pour un effort de forgeage de 20000 kN, **tracer** la courbe de la presse choisie.

Question 4.3 : **Indiquer** les réglages à effectuer ainsi que la répartition des efforts et des énergies correspondante.

Barème indicatif : première partie notée sur 7 points, deuxième partie notée sur 4 points, troisième partie notée sur 5 points, quatrième partie notée sur 4 points.

BTS Mise en Forme des Matériaux par Forgeage		Session 2017
U4.1 – Comportement mécanique d'une machine et de son outillage	Code : 17MSE4CM	Page 4 / 10



Tolérances suivant Norme NF EN 10243-1 : M1 - S2 - Classe normale F

35NiCrMo16

recuit - maxi 260 HB

Rep.	Nb.	Désignation	Matière	Observations
Echelle	1 : 1	page 5 / 10	Dessiné : X. Y.	Académie d'Amiens
ANNEXE 1				B. T. S. Mise en Forme des Matériaux par Forgeage
Entraineur 2036-1516 estampé				U 4.1 : Comportement mécanique d'une machine et de son outillage

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 $\sigma = A.e^{m_1.T} .\bar{\epsilon}^{m_2} .\dot{\epsilon}^{m_3} .e^{\frac{m_4}{\dot{\epsilon}}}$ 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 :

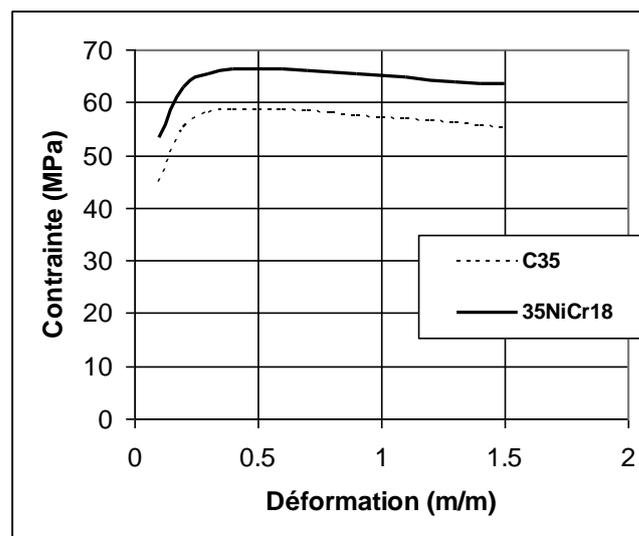
$$750 \text{ } ^\circ\text{C} < T < 1200 \text{ } ^\circ\text{C} ; 0.04 \text{ m/m} < \bar{\epsilon} < 1.5 \text{ m/m} ; 0.01 \text{ (m/m)/s} < \dot{\epsilon} < 500 \text{ (m/m)/s}$$

Comparaison graphique

pour

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

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



établie

BTS Mise en Forme des Matériaux par Forgeage		Session 2017
U4.1 – Comportement mécanique d'une machine et de son outillage	Code : 17MSE4CM	Page 6 / 10

ANNEXE 3

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

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	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 %

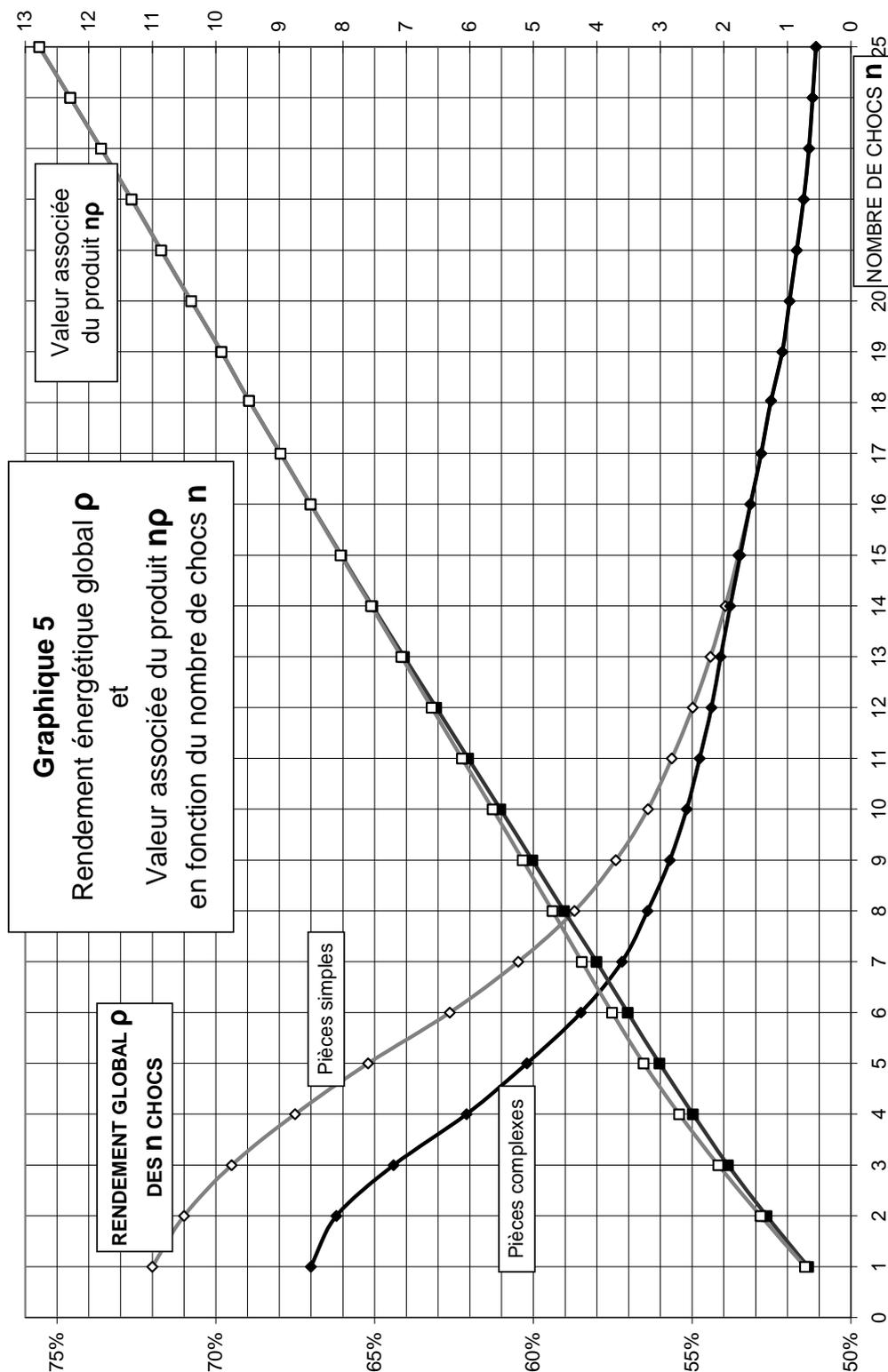
Tableau 7 - Extrait de la méthode « CHAMOULARD » de calcul d'engin

Tableau 7						
Influence de la température						
de fin de matriçage sur le travail mécanique utile						
<p>Détails du graphique :</p> <ul style="list-style-type: none"> Température (°C) : 900, 950, 1000, 1050, 1100, 1150, 1200 Coefficient multiplicateur : 1,70, 1,60, 1,50, 1,40, 1,30, 1,20, 1,10, 1,00, 0,90, 0,80, 0,70, 0,60 						
900°	950°	1000°	1050°	1100°	1150°	1200°
La température de référence est de 1050°						
Les coefficients multiplicateurs de conversion sont :						
1,710	1,430	1,195	1,000	0,835	0,697	0,585

BTS Mise en Forme des Matériaux par Forgeage		Session 2017
U4.1 – Comportement mécanique d'une machine et de son outillage		Code : 17MSE4CM
		Page 8 / 10

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

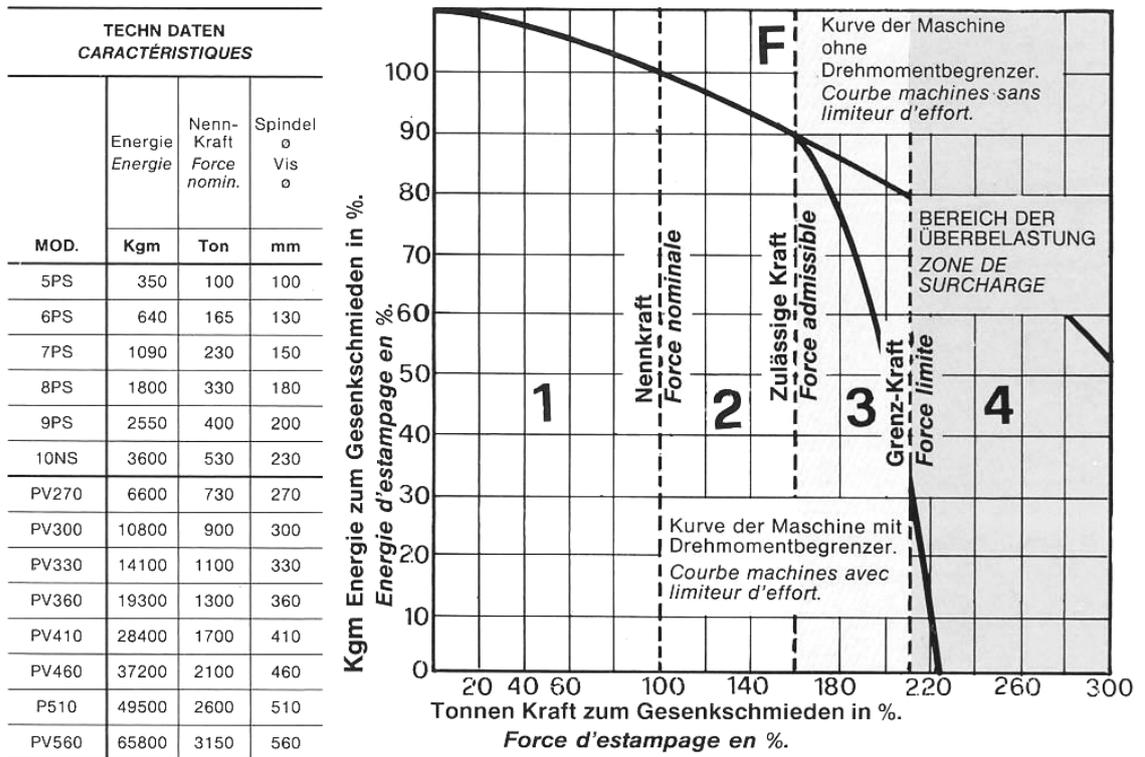


SCHAUBILD VON KRAFT UND ENERGIE DIAGRAMME FORCE ENERGIE