Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

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

_____

Session 2012

_____

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

_____

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

DOCUMENTS REMIS AU CANDIDAT :

- Sujet de l'épreuve (pages 2 à 4).
- ANNEXE 1 : Plan de la pièce « **Branche de tenaille de forge** »(format A3)
- ANNEXE 2 : Courbes résultats des simulations (page 5).
- ANNEXE 3 : Extrait d'une base de données matériaux (page 6).
- ANNEXE 4 : Tableaux et graphiques 1 à 7 de la démarche de 'Calcul d'engin' (pages 7 à 12).

DOCUMENTS DISPONIBLES :

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

DOCUMENTS PERSONNELS AUTORISES :

- Tous

Estampage d'une « Branche de tenaille de forge » sur le marteau pilon « Montbard LG 1000 »

Objectifs

Vérifier la faisabilité mécanique des opérations de forgeage de la pièce nommée « **Branche de tenaille de forge** » sur le marteau pilon **« Montbard LG 1000 ».**

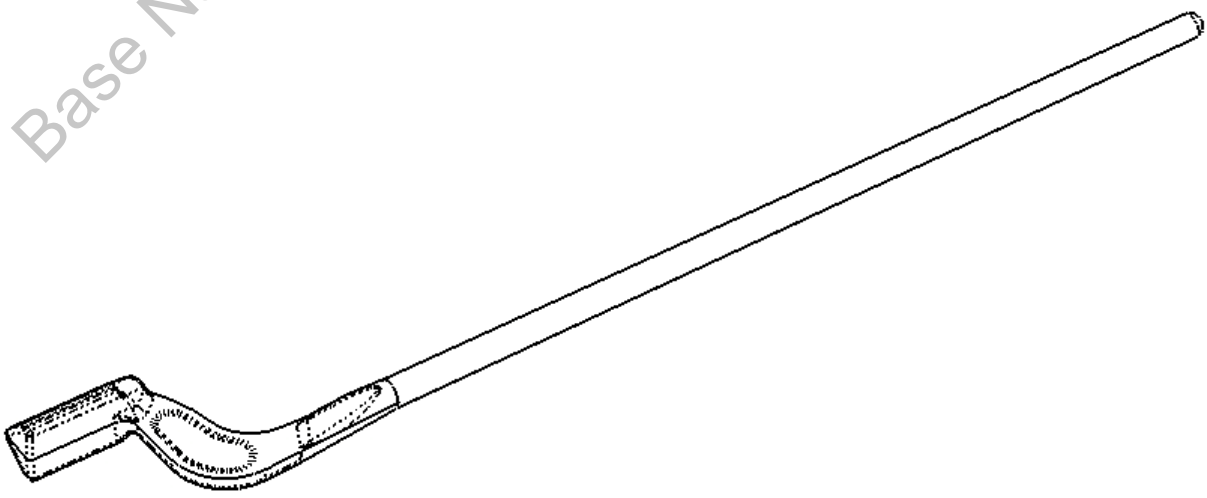
Dossier technique

La tenaille sera utilisée pour exécuter des étirages en forge libre sur des billettes de fortes dimensions (carré de 100 à 150 mm).



Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

La masse de la « **Branche de tenaille de forge** » avoisine les 5 kilogrammes avant usinage de la mâchoire et perçage de l'œil.



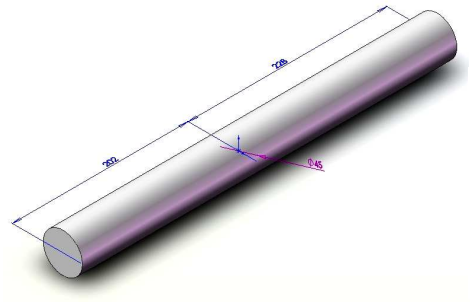
Le volume du lopin est décomposable en deux parties :

- La partie laminée et estampée (bout de branche + œil + mâchoire)

  → Volume réservé : ∅ 45 , L 228

- La partie étirée en forge libre (branche)

  → Volume réservé : ∅ 45 , L 200





La pièce dont le dessin de définition est donné en ANNEXE (Plan à l'échelle 1 : 1 sur format A3) doit être fabriquée suivant la gamme :

- Débit du lopin (∅ 45, L 430) par sciage.
- Chauffage à 1250°C par induction sur chauffeuse CELES.
- Laminage de l'ébauche sur laminoir à retour « EUMUCO RW0 »
- Cambrage et estampage sur marteau pilon **« Montbard LG 1000 ».**
- Ebavurage sur presse BLISS.
- Au besoin, réchauffage partiel au four à gaz.
- Etirage en forge libre de la branche.

La surface au plan de joint de la partie de la pièce estampée est de 15 000 mm² environ.

Le volume de la partie de la pièce estampée est de 328 cm^3 environ.

➢ Le marteau pilon **« Montbard LG 1000 »**

Les données techniques utiles de ce marteau pilon à chute libre se résument comme suit :

- Masse tombante : 1000 kg + 200 kg de matrice supérieure
- Hauteur de chute maximale en production : 1,7 m.

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

Travail demandé

1- Déterminer la force ultime de forgeage et l'énergie utile de forgeage de la pièce « **Branche de tenaille de forge** ».

Pour cette première approche, utiliser exclusivement la méthode de calcul d'engin proposée par André CHAMOUARD.

Pour ce calcul, considérer la température de la pièce en fin d'estampage proche de 1050°C. Le lopin est chauffé à 1250°C.

N. B. : Le document « Calcul prévisionnel de l'effort et de l'énergie » sera complété des calculs et de la justification des choix opérés sur feuille de copie.

2- Exploiter les résultats de la simulation

Des simulations du cambrage et de l'estampage ont été lancées.

Le matériau utilisé pour la simulation est le 34CrMo4 (ANNEXE 2).

Pour tenir compte des refroidissements au cours des différentes opérations de forgeage, le cambrage a été simulé avec une température initiale de 1150°C pour l'ébauche et l'estampage a été simulé avec une température de 1120°C pour la pièce cambré.

Dans les deux cas, la cinématique utilisée est celle d'une presse mécanique :

- Vitesse de rotation : 60 tr/min
- Rapport R/L : 0,15
- Rayon d'excentrique : 150 mm.

A partir des courbes d'effort, résultats des simulations, déterminer les valeurs d'effort et d'énergie utile nécessaires sur le marteau pilon.

Différencier le cambrage et l'estampage.

3- Comparer les besoins avec les capacités du marteau pilon, puis conclure.

Au besoin, les calculs nécessaires seront correctement présentés et expliqués.

Barème :

1 – noté sur 10

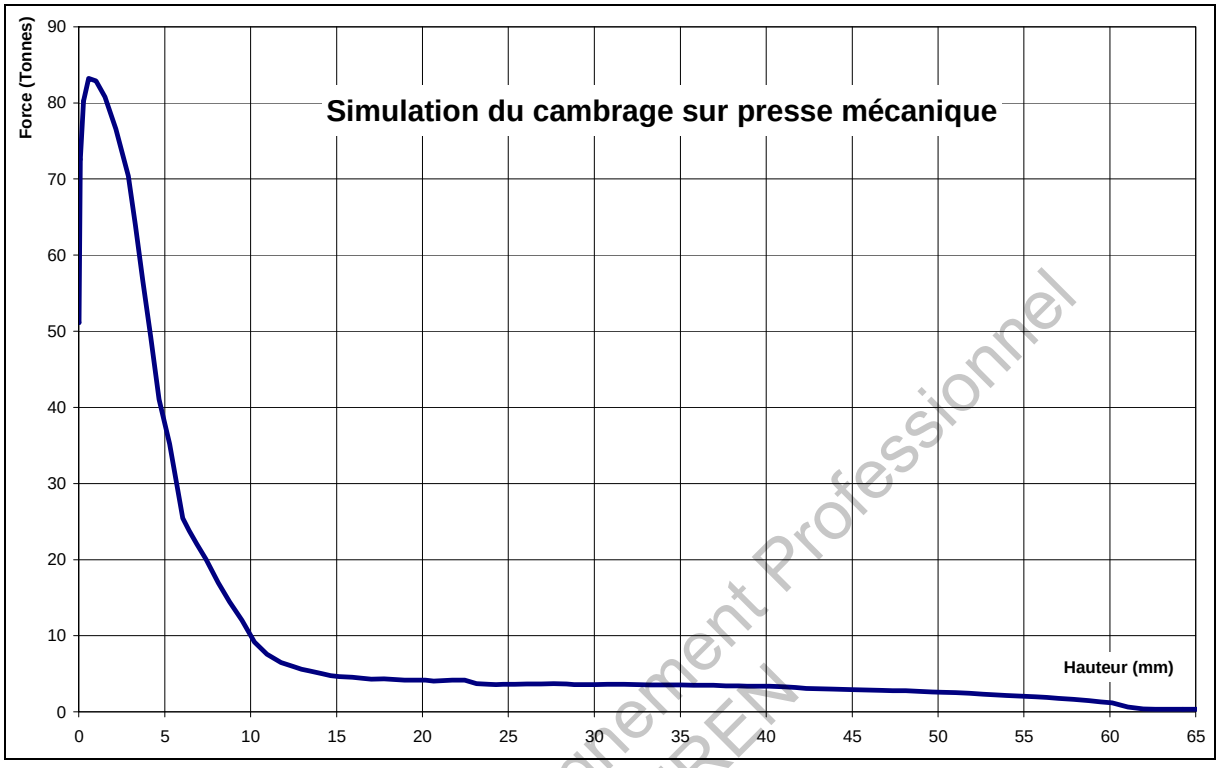
2 – noté sur 5

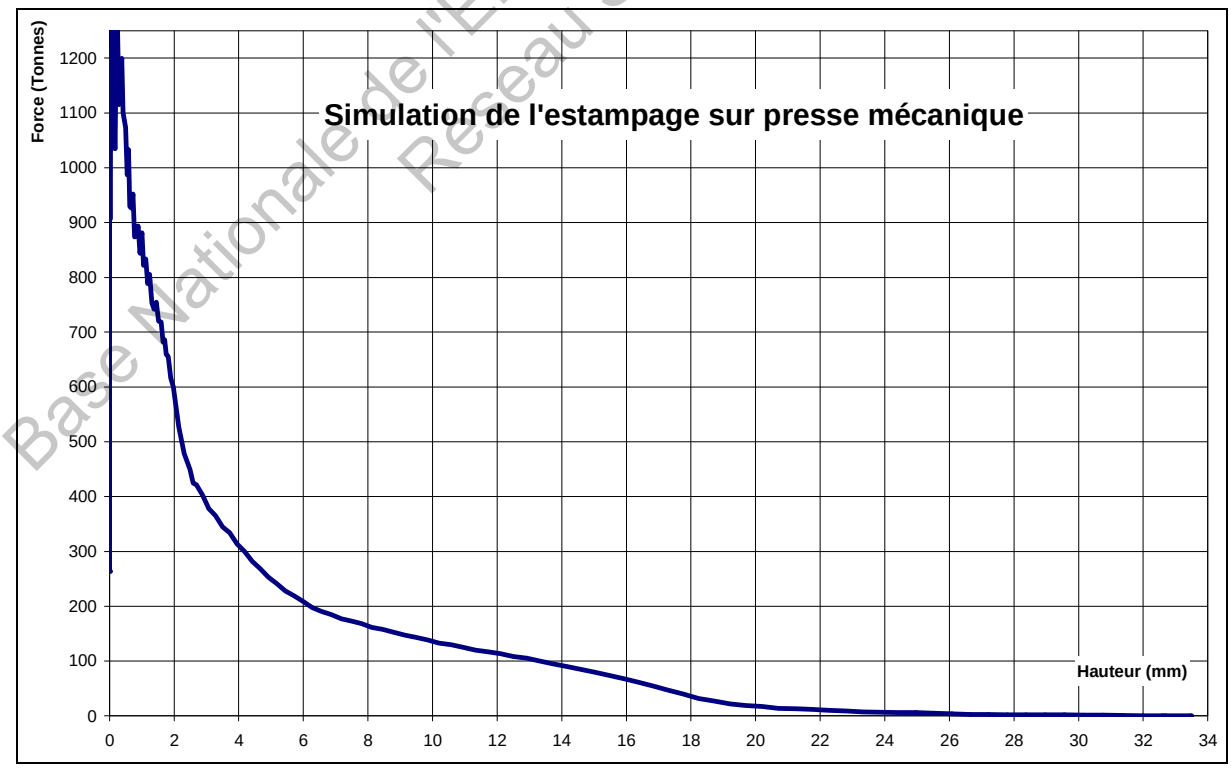
3 – noté sur 5

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

ANNEXE 2

Courbes résultats des simulations





Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

ANNEXE 3

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

→ 34CrMo4

→ C35.

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

σ en *MPa* ; T en *°C* ; $\bar{\varepsilon}$ en *m/m* ; $\dot{\bar{\varepsilon}}$ en *(m/m)/s.*

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

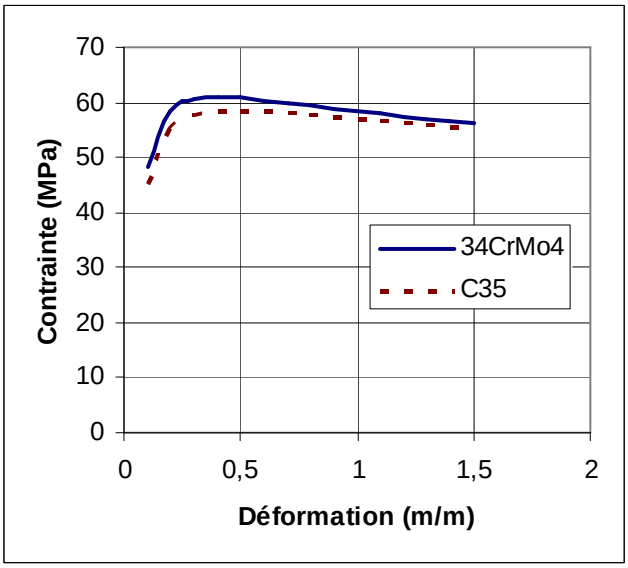
	A	m_1	m_2	m_3	m_4
34CrMo4	1533	-0,00269	-0,142	0,148	-0,0576
C35	1500	-0.00269	-0.127	0.145	-0.0596

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

750 *°C* < T < 1200 *°C* ; 0.04 *m/m* < $\bar{\varepsilon}$ < 1.5 *m/m* ; 0.01 *(m/m)/s* < $\dot{\bar{\varepsilon}}$ < 500 *(m/m)/s*

Comparaison graphique établie pour

T = 1200°C et $\dot{\bar{\varepsilon}}$ = 1 s^{-1}



Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

ANNEXE 4

TABLEAU 1

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

Classification par les contraintes

(en MPa ou N /mm^2)

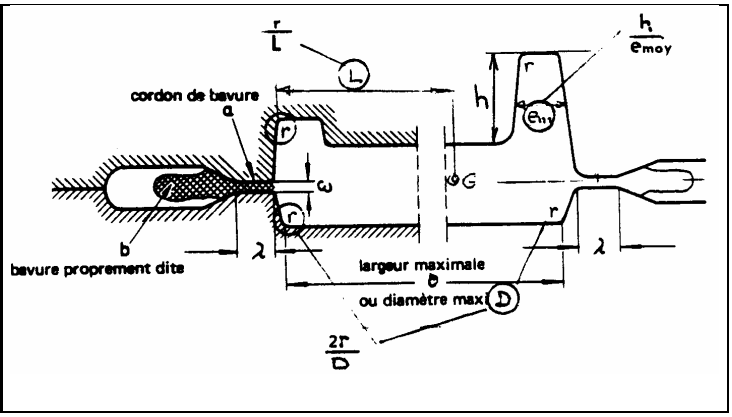
En fonction de ses deux critères :

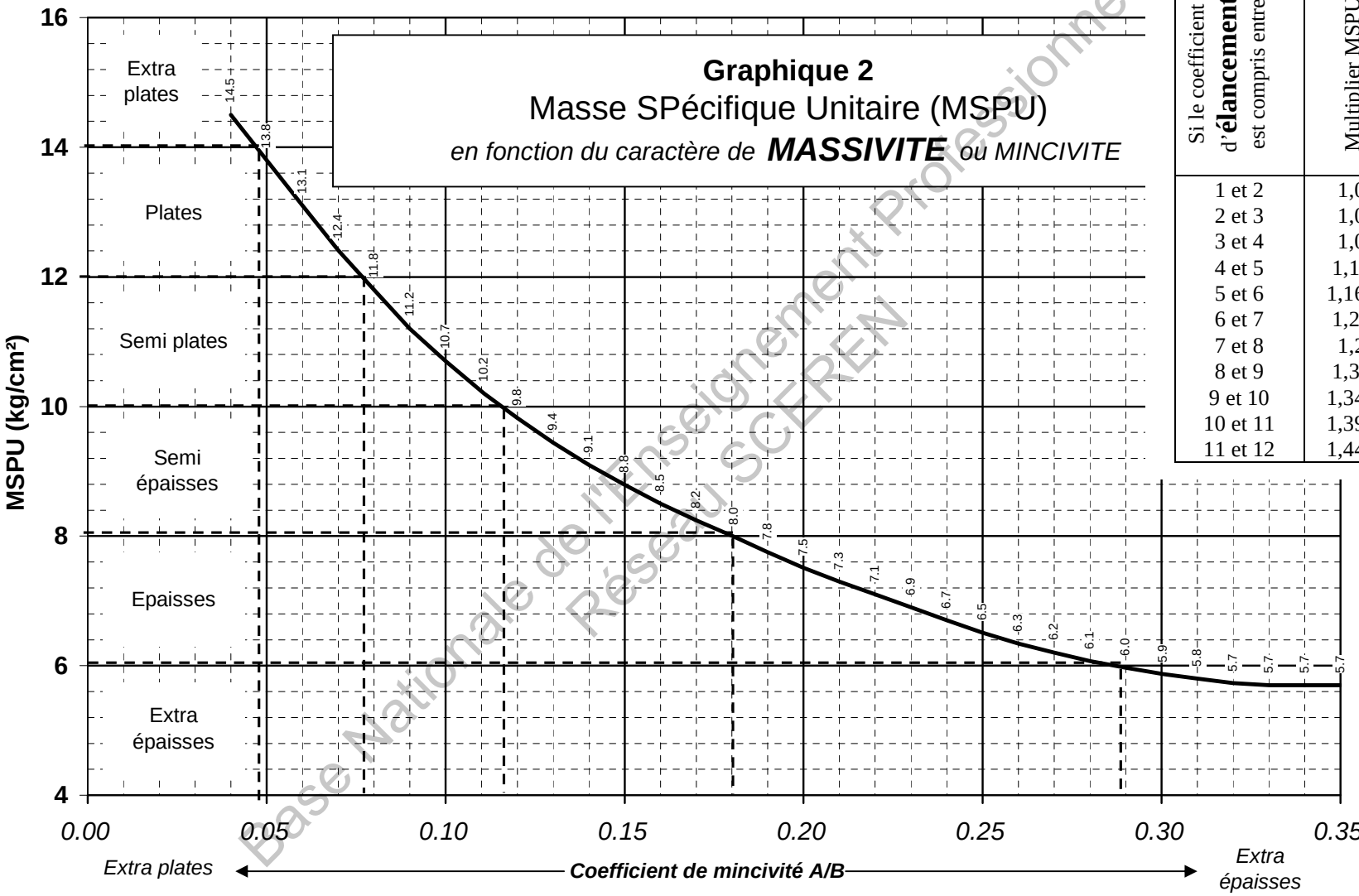
- filage par un orifice

CRITERES				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 $2r / D$	λ / ε		p à 1050°	q à 950°
	0,036	3,75	Pièces extra simples (pas de filage)	475	270
1	**0,035**	**4**		**490**	**280**
	0,0335	4,25	Pièces simples (pas de filage)	500	285
1,5	**0,032**	**4,5**		**520**	**290**
	0,0315	4,75	Pièces semi simples (filage insignifiant)	540	300
2	**0,029**	**5**		**560**	**310**
	0,028	5,25	Pièces semi complexes (léger filage)	580	320
2,5	**0,027**	**5,5**		**600**	**330**
	0,026	5,75	Pièces complexes (filage important)	625	350
3	**0,025**	**6**		**650**	**360**
	0,023	6,25	Pièces très complexes (filage très important)	690	370
3,5	**0,022**	**6,5**	prévoir arrêt de métal	**720**	**380**

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

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





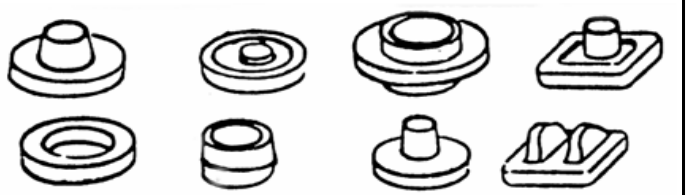
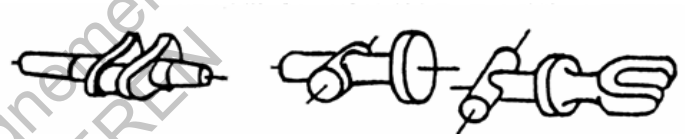
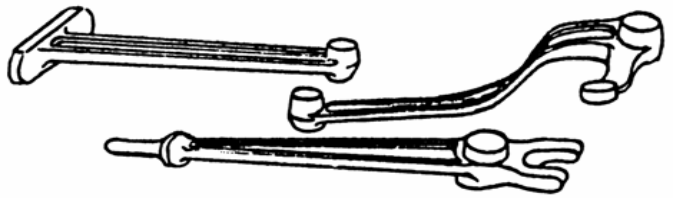
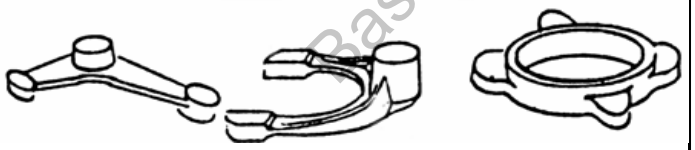
Si le coefficient d'**élancement** est compris entre	Multiplier MSPU par (en interpolant)
1 et 2	1,00 à 1,04
2 et 3	1,04 à 1,08
3 et 4	1,08 à 1,12
4 et 5	1,12 à 1,165
5 et 6	1,165 à 1,205
6 et 7	1,205 à 1,25
7 et 8	1,25 à 1,30
8 et 9	1,30 à 1,345
9 et 10	1,345 à 1,395
10 et 11	1,395 à 1,445
11 et 12	1,445 à 1,505

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

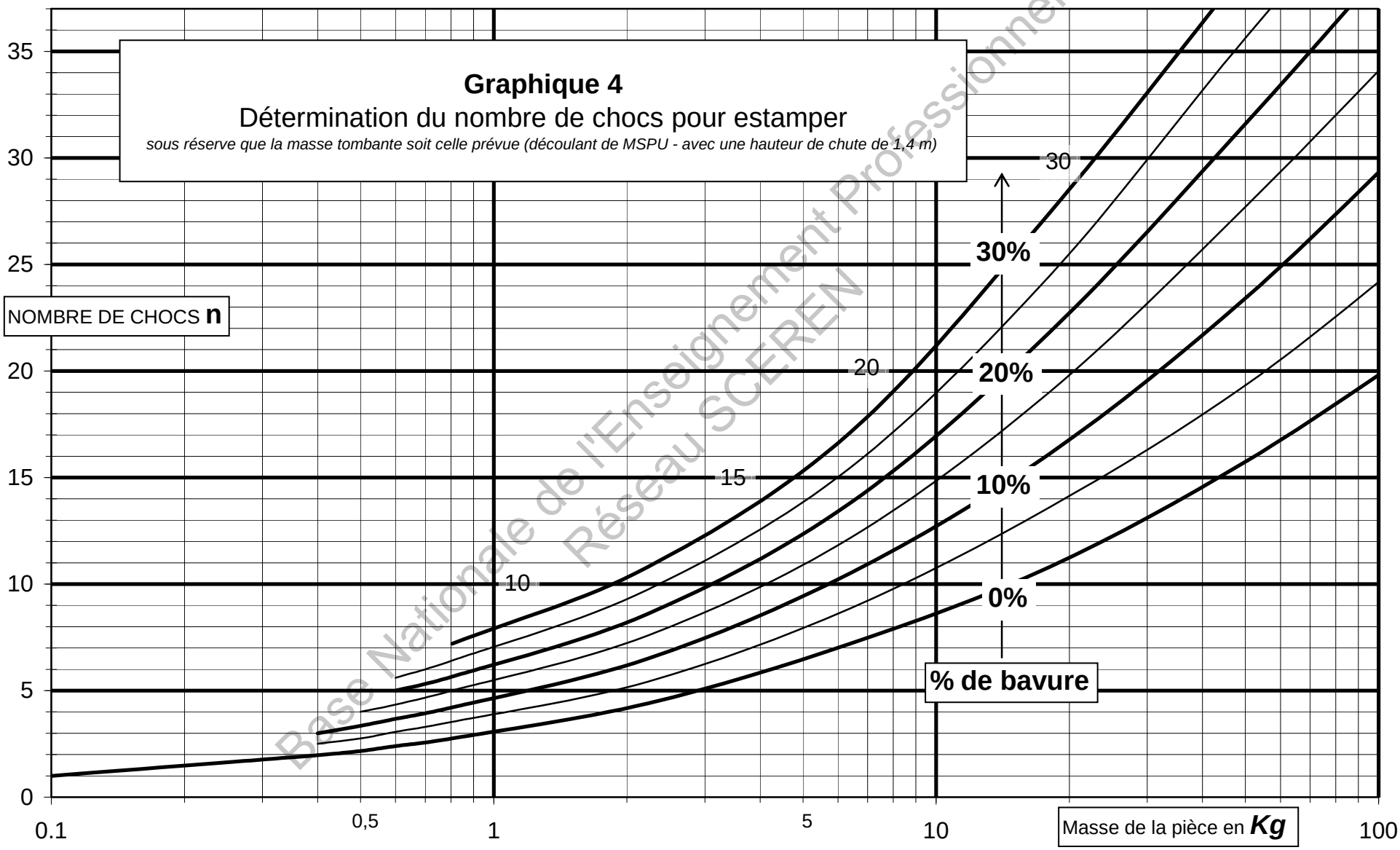
TABLEAU 3

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.

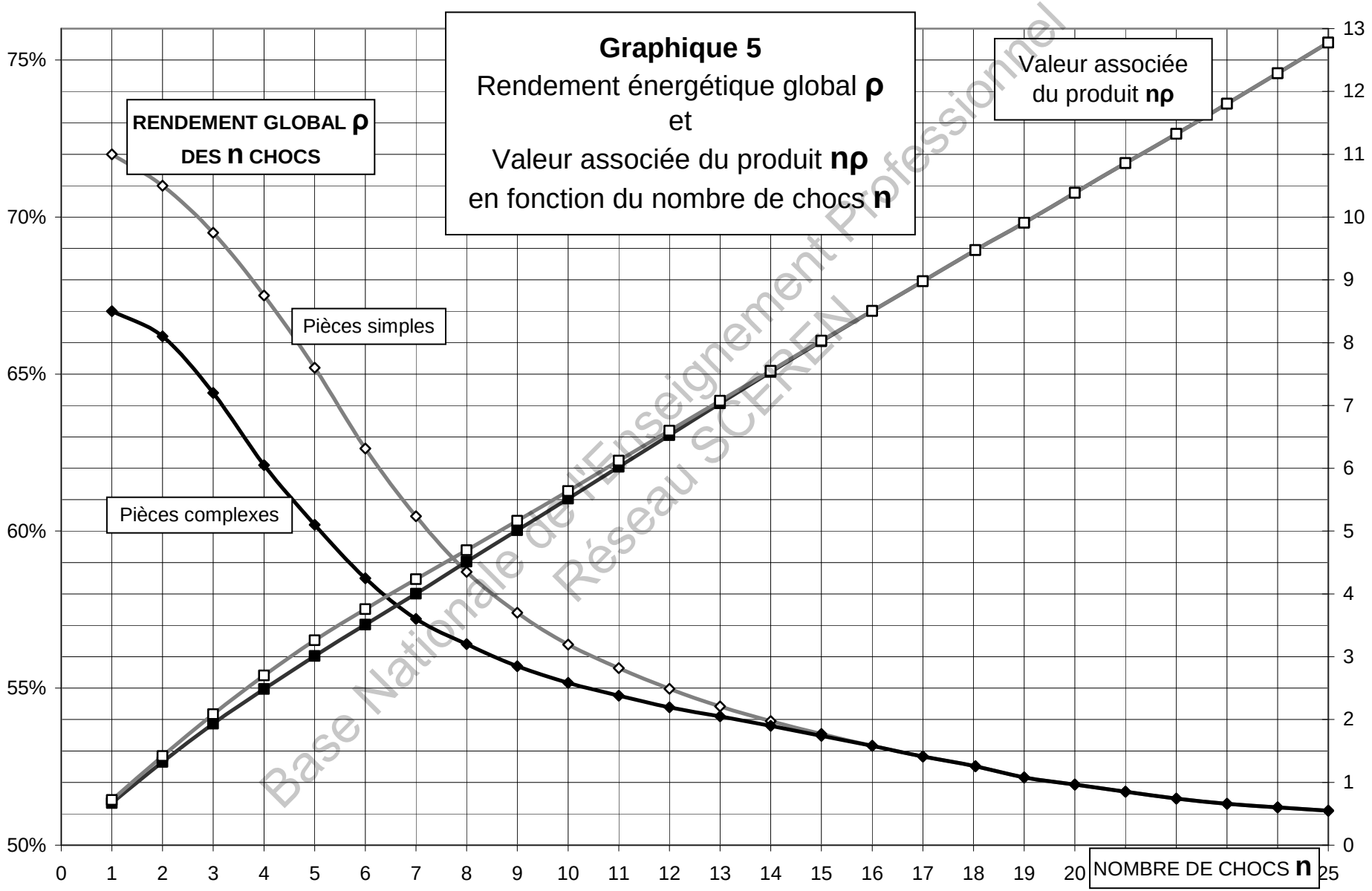
ATTENTION : Le % de bavure indiqué ci dessous est celui de la bavure *sans compter le cordon* :
% bavure = (Vol. bavure / Vol. pièce + toile + cordon) x 100

	5 à 8%		22 à 25%
	8 à 12%		25 à 30%
	12 à 15%		30 à 33%
	15 à 18%		33 à 37%
	19 à 22%		

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau CEREN



Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN



Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

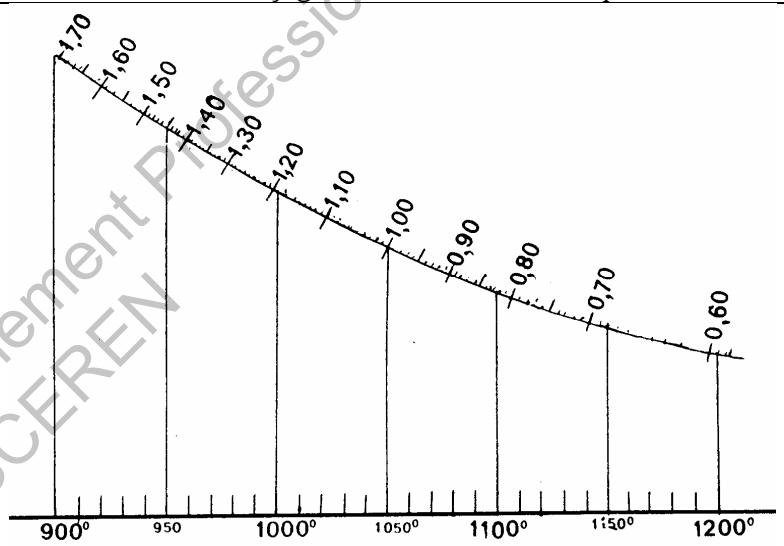
Tableau 6

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

Tableau 7

Influence de la température
de fin de matriçage sur le travail mécanique utile



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

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.