

FORGE MECANIQUE ET ESTAMPAGE

I. Forgeage mécanique .

- I. 1 Définition , généralités , but , principe du fibrage .
- I. 2 Métaux et alliages forgeables
- I. 3 Chauffage
- I. 4 Démonstration de forgeage mettant en évidence les opérations élémentaires de forgeage mécanique : Etirage, retournement, ourdage, tranchage - Représentation des formes successives d'ébauche .
- I. 5 Les outils
- I. 6 Engins utilisés - Marteau pilon auto-compresseur , à air comprimé ... etc.

II. Estampage - (ou matrassage)

- II. 1 Définition
- II. 2 Engins d'estampage - Traavail par choc - Marteaux pilons
Moulans
- Traavail par pression - Presses hydrauliques
- Presses manuelles
- Laminoirs d'ébauche
- II. 3 Solution d'estampage à adopter suivant type de pièce et importance des séries . Etude d'une gamme de fabrication réalisée sur chaque engin .
- II. 4 Défauts des pièces estampées
- II. 5 Dessin des pièces forgées (point , débouilles , rayons , formes etc...)
- II. 6 Adaptation aux conditions d'usinage (surébaisseurs , points de départ etc)

* Programme établi pour stage des élèves des classes de Technique Industrielle Dessin (filles) en forge mécanique et estampage durée 4" x 4" = 16"

I. Forgeage mécanique -

1. 1. 1) Définition : Le forgeage est une opération qui consiste à déformer un métal sous l'action de forces statiques ou dynamiques, dans un sens convenable, de manière à réaliser une ébauche ou une pièce définitive répondant à des formes et des tolérances prévues à l'avance.

Statique → pression → Presses - Mâf. Laminaires
Dynamique → choc → Pibas, moutons - Marteaux

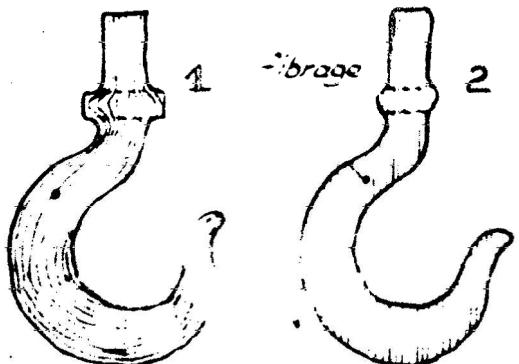
2) Généralités : Le forgeage s'effectue généralement à chaud. L'écart de température le plus favorable au forgeage est fonction du métal travaillé. L'élévation de température diminuant les forces de cohésion, le forgeage s'en trouve grandement facilité. Dans le cas du plomb, par contre, l'échauffement plus que du métal est possible à froid. La maléabilité augmentant avec la température, il semblerait qu'il y ait avantage à chauffer aussi près que possible de la température de fusion. Il n'en est pas absolument ainsi parce que la ductilité ne varie pas dans le même sens, et aux températures élevées les molécules n'ont plus la cohésion voulue pour supporter le forgeage.

3) But : On forge pour 2 raisons

1) Transformation de la matière première : lingots, blooms, billettes, barres etc... en réalisant une forme approchée ou définitive de la pièce à réaliser

2) Amélioration de la qualité du métal : Corroyage qui donne une meilleure structure par la modification de la disposition et de la forme des cristaux, orientation des fibres du métal

4) Principe du fibrage



lingot
(brut de coulée)



2° lam.
Aliong
30/1



1er laminage
Allongement
5/1



3° lam.
Allong.
150/1

- 1) Crochet forgé : Bonne résistance à la rupture et aux chocs
 2) Crochet découpé : fibres coupées : Résistance diminuée.

I.2 Métaux et alliages forgeables Le nombre des métaux et alliages forgeables est très étendu puisque tout métal ou alliage présentant une certaine plasticité est forgeable. Leur énumération serait sans utilité directe. Voici les principaux.

- 1° Sélection d'acières
 - Aciers d'usage courant sans traitement thermique
 - Aciers non alliés destinés à subir un traitement thermique
 - Aciers fins faiblement alliés
 - Aciers à haute limite élastique
 - Aciers inoxydables divers
 - Aciers fortement alliés
- 2° Sélection d'alliages cuivreux
 - Laitons
 - cupro-alliages au manganèse
 - " " à l'aluminium
 - " " ou nickel
 - " " ou nickel et silicium
- 3° Sélection d'alliages d'Aluminium
 - Alliages sans traitement thermique
 - au magnésium - au manganèse
 - Alliages à traitement thermique
 - au magnésium silicium AZG
 - au cuivre AU 4G
 - au cuivre nickel AU 4N
 - au zinc AZ 4G
 - au zinc cuivre AZ 5 GU
- 4° Alliages ultra légers ou magnésium GA6Z1
- 5° Alliages légers au titane TA + M TAG V. T4 SE
- 6° Alliages Réfractaires à base de nickel, chrome, cobalt, titane et fer.

I.3 Chouffage

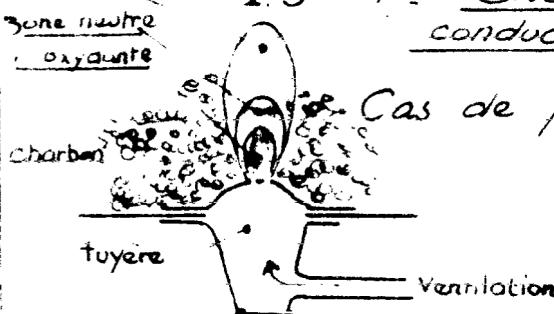
3 sortes de combustibles a) Solides

b) Liquides

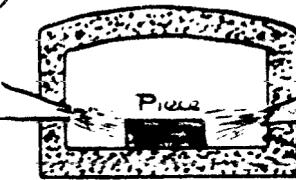
c) gazeux

Zone carburante
Zone neutre
Zone oxydante

I.3 1° Chouffage par conductibilité: au feu de forge fig 1



Brûleur



para du four (réfractaire)

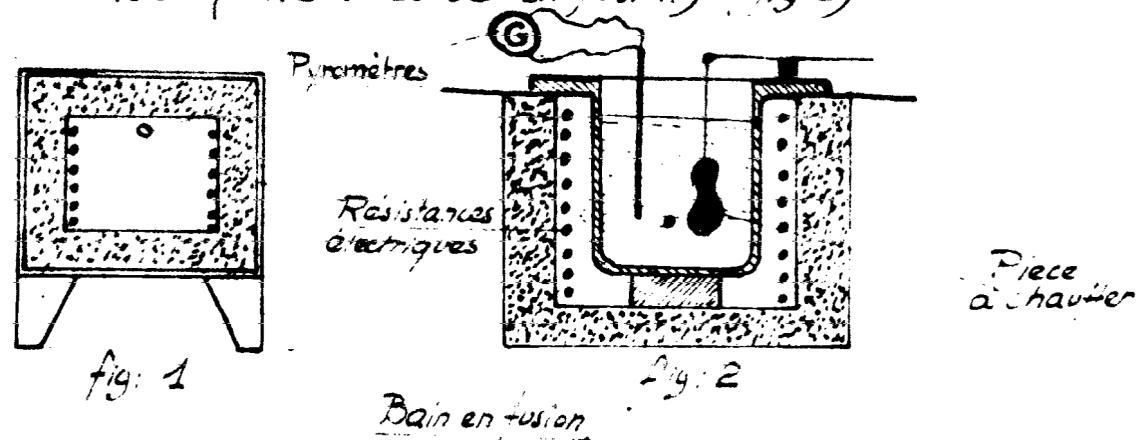
: Dans un four à gaz (combustible gazeux) ou à fuel (combustible liquide)
fig. 2 Cas de séries de pièces ou pièces importantes

I.3. 2° Chaudrage indirect par rayonnement

les pièces sont introduites dans un four électrique chauffé le plus souvent par des résistances électriques (fig 1)

I.3. 3° Chaudrage aux bains par convection

la chaleur est transmise aux pièces par contact avec un fluide chaud (métal ou sel en fusion) (fig 2)

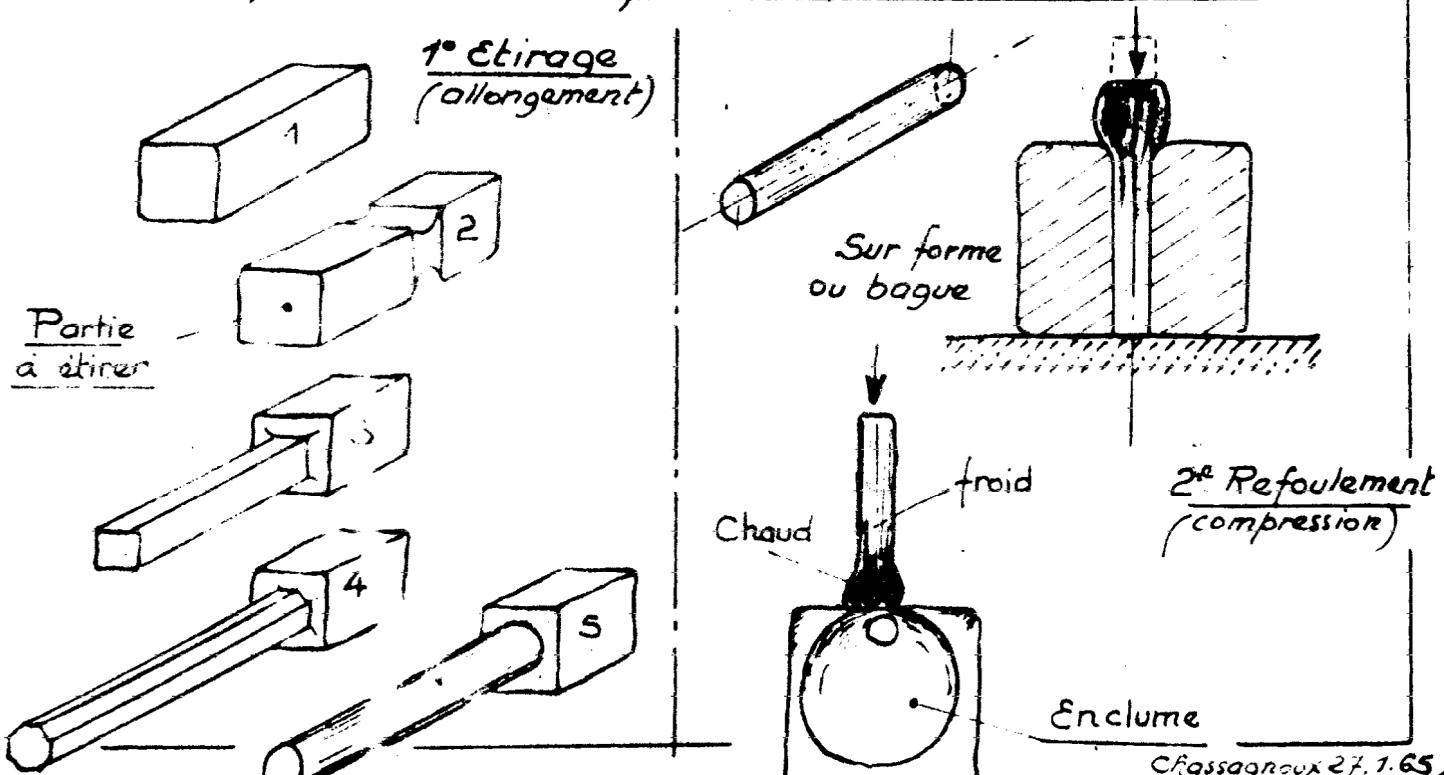


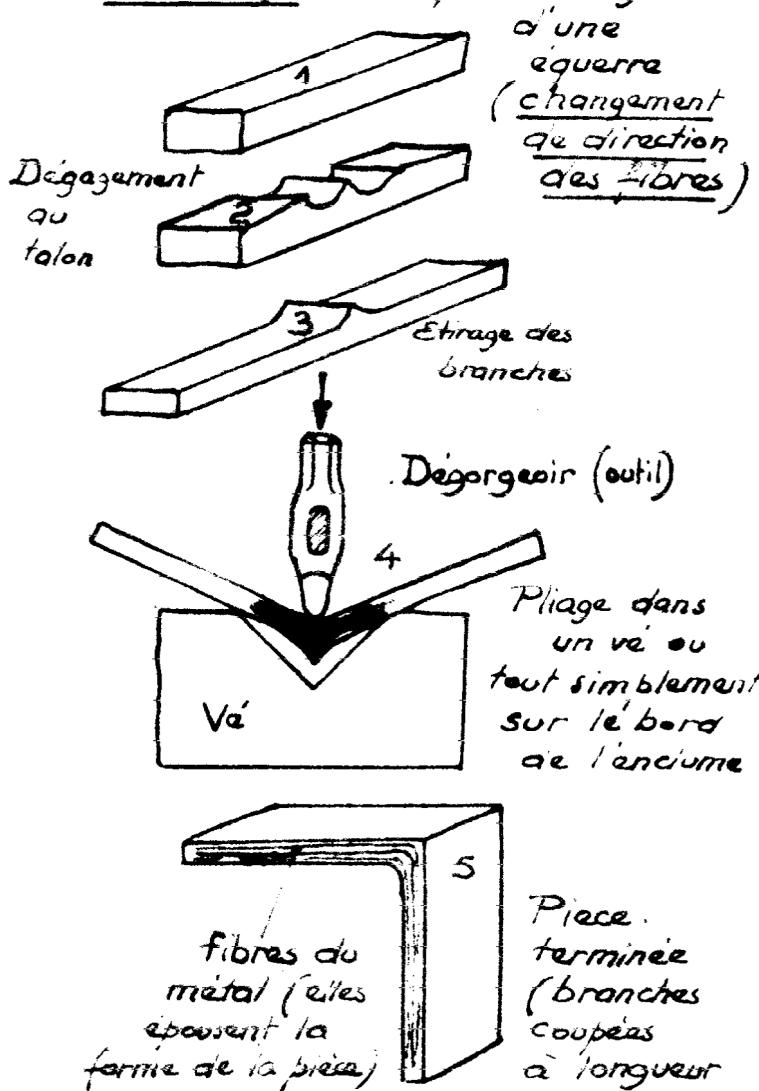
Les pyromètres sont des appareils destinés à contrôler la température d'une façon précise ($\pm 10^\circ$ environ)

Le forgeron, lui, pour le forageage de sa pièce, détermine la température d'après sa couleur lumineuse : rouge sombre 600° , rouge cerise 900° , l'auré clair 1200° cea pour l'acier : c'est une méthode empirique.
À la chauffe, l'acier s'oxyde il y a perte au feu (variable)

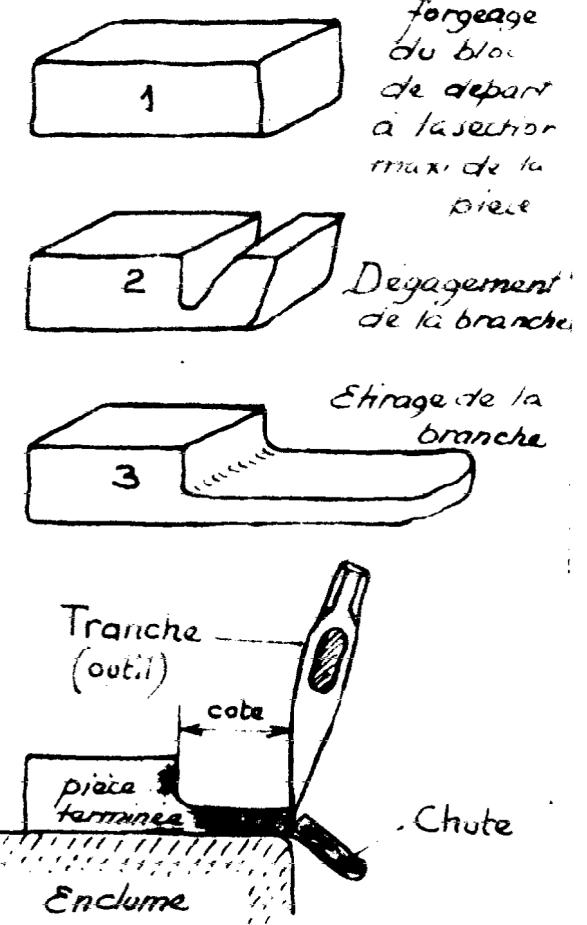
I. 4 Opérations élémentaires de forgeage

Représentation des formes successives d'ébauche

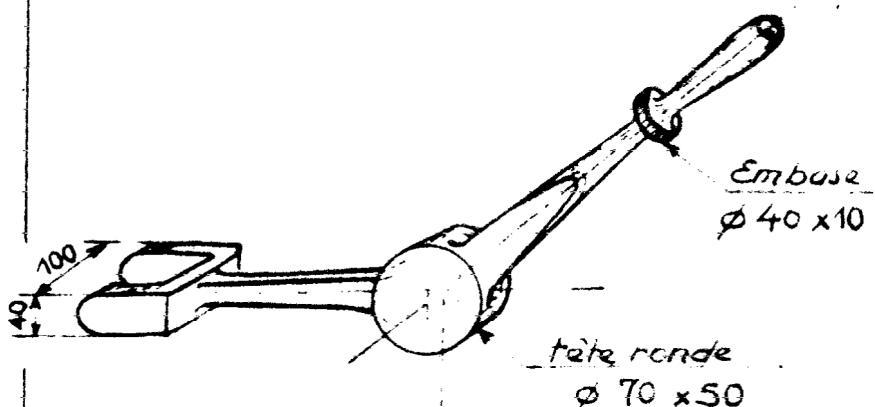


3° Coudage4° Séparation par tranchage

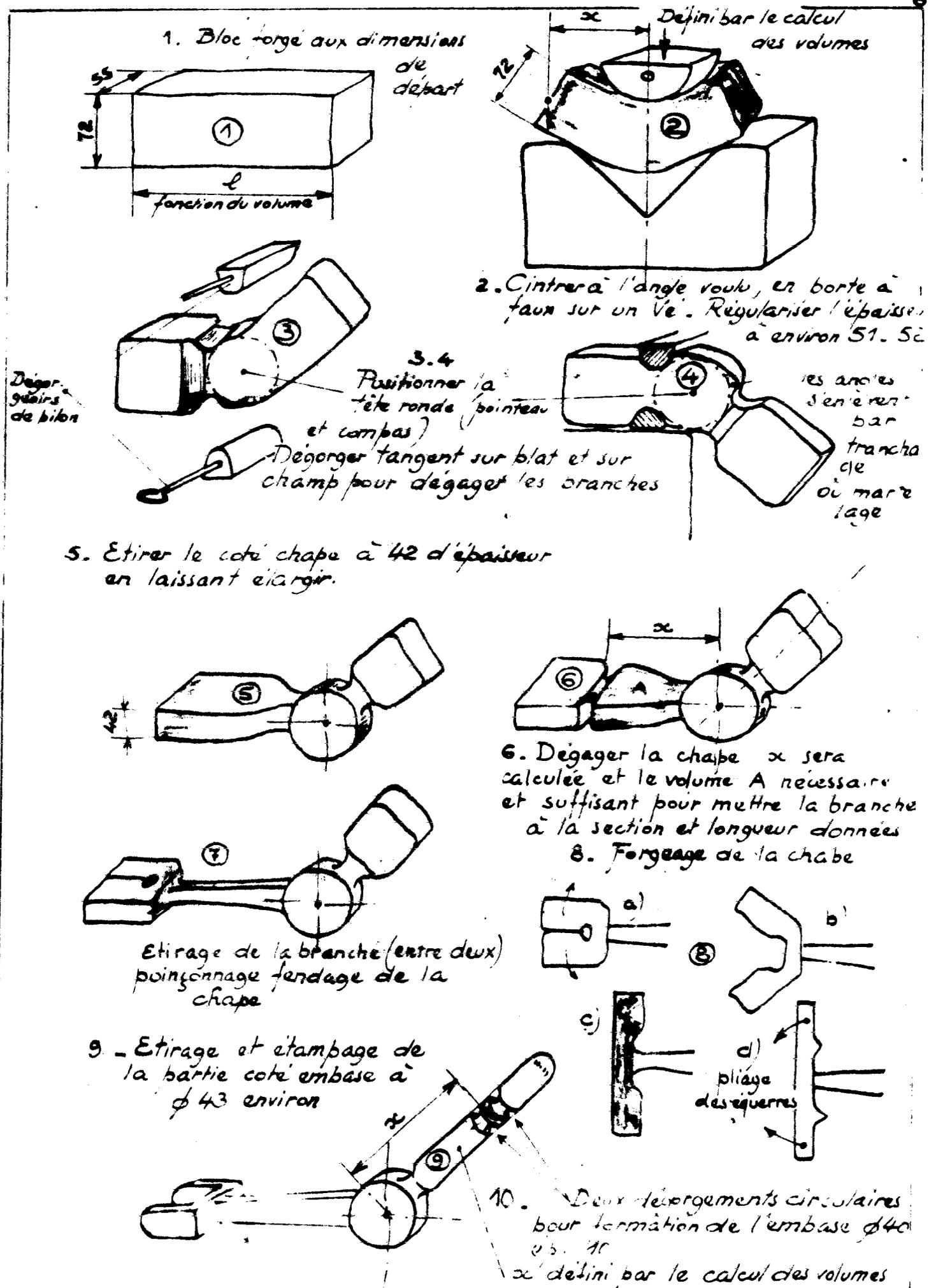
Exemple : cas de branche ou partie trop longue à chuter



Pièce en forme de fourche, chape etc...
Réunissant un grand nombre d'opérations élémentaires de forgeage.

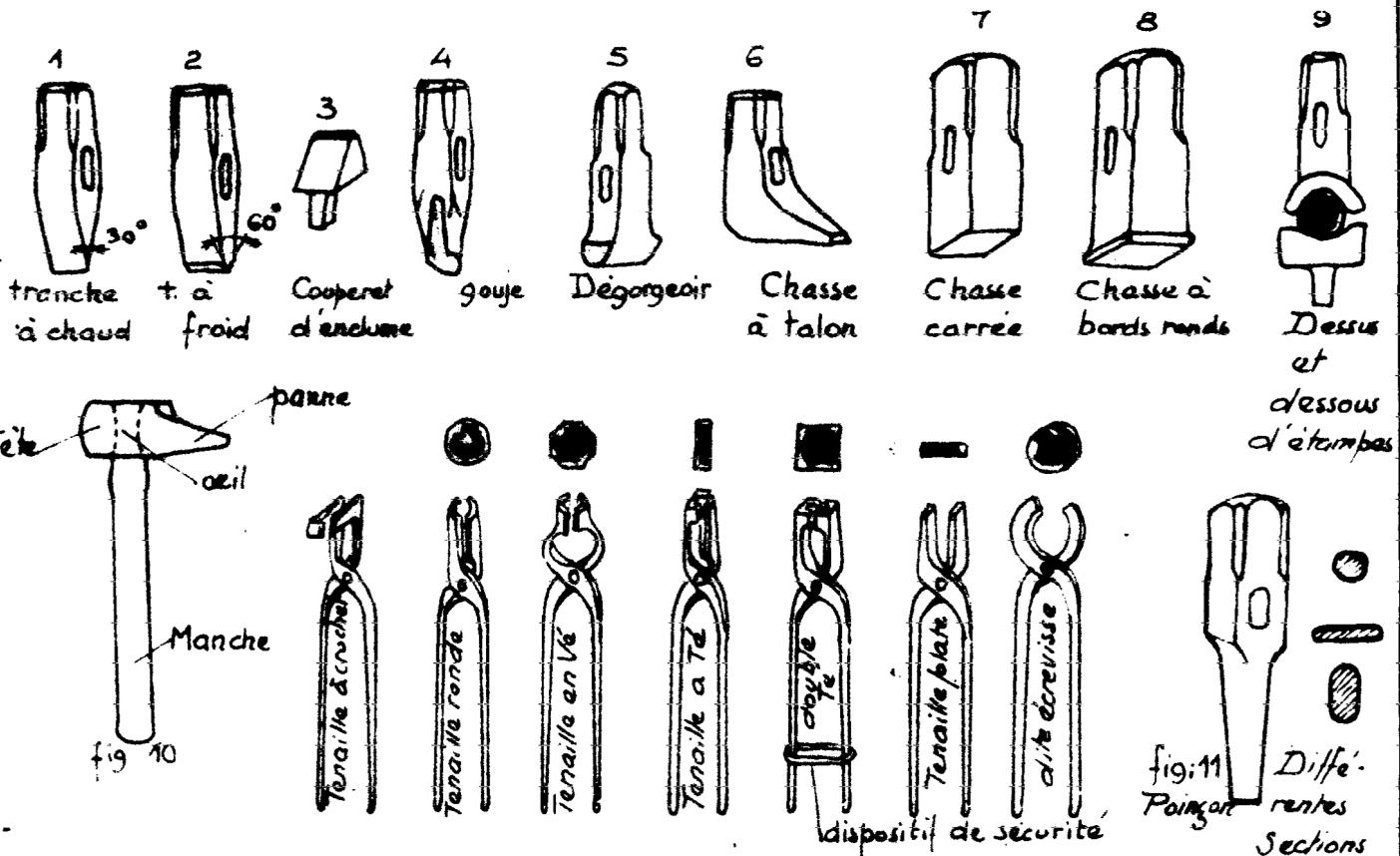


1° Prendre un bloc de métal de volume équivalent au volume de la pièce finie augmenté de 20 % pour la perte au feu + 10 % chutes de nettoyage de chape et d'enclume et forger ce bloc à section 72 x 55 environ (long' fonction du volume,

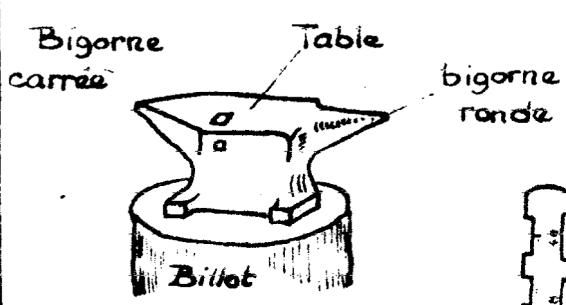


I. S. Les outils

- a) Outils tranchants : fig 1. 2. 3 et 4
 - b) Outils percutants : fig 5
 - c) Outils de fatigue : fig 6 à 9
 - d) Outils de choc : fig 10



e) les supports : 1^e L'encolure
2^e Les bêquilles
3^e Treteaux, étaux
servantes etc...



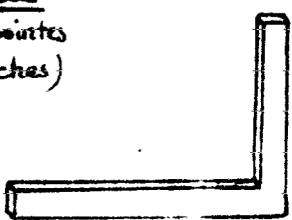
pour repérer
le centre d'une
tête ronde et
les endroits
à dégager, plier etc...

Forge mécanique et estampage.

Le calibre
ou jauge



Compas (à pointes sèches)



Compas
d'épaisseur

Eguerre

I.6 Engins utilisés

Exemple choisi : Marteau pilon pneumatique
- Auto-compresseur

Caractéristiques

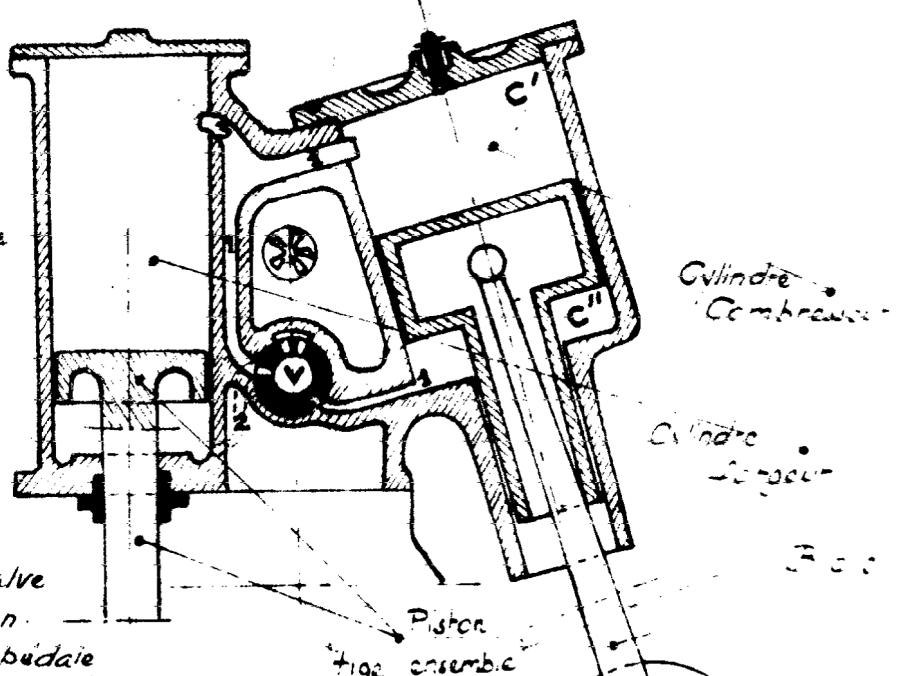
Jambage : forme massive en "Col de Cygne" en fonte coulée

Chabotte : Au delà de 50 kg, indépendante

Piston-tige masse : Acier forgé d'une seule pièce

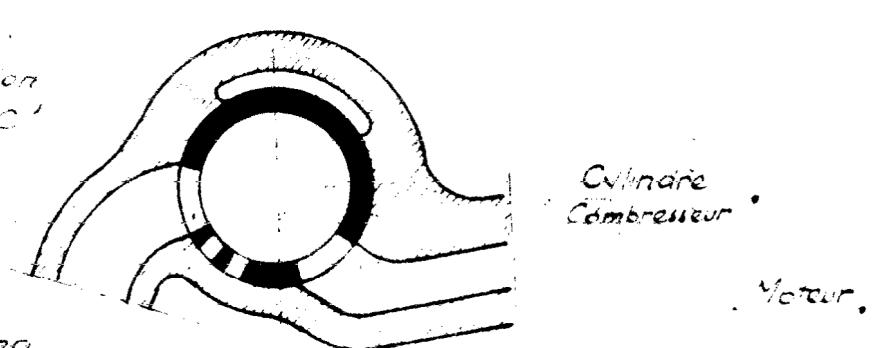
Cylindres : 2 : cylindre forger et cylindre compresseur le tout coulé d'une seule pièce

Distribution : Par une valve rotative V commandée par bar l'evier et bâtonne (éclats dans le massey)



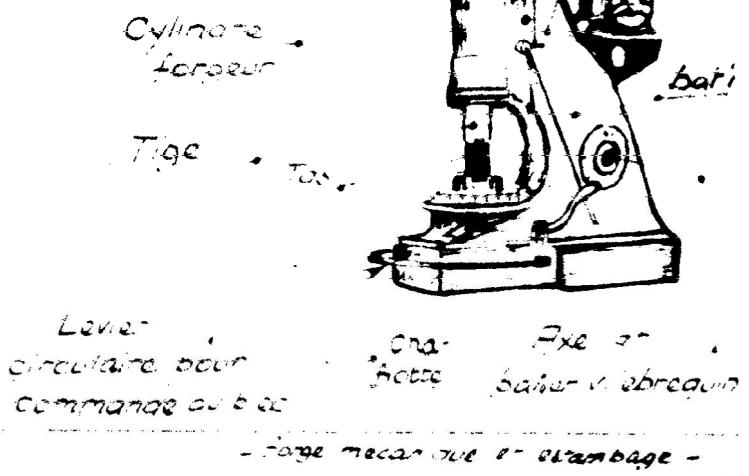
Quatre positions

- 1 la valve V débouche le conduit 1 : marche à vide
- 2 la valve V obstrue le conduit 1 : le compresseur débite alternativement par les conduits 2 et 3 : marche à pleine pression
- 3 le conduit 2 est ouvert C' à l'air libre par 1. Maintien de la masse en haut de sa course
- 4 le conduit 3 est ouvert C'' air libre maintien de la masse en pression sur l'endome



Types de marteaux allant de 25 à 2000 daN

Dans l'aire et distorsion de l'ordre de 5000 à 10000 daN
Pression 65 à 70 bar à l'écoulement
Tension 15 à 18 bar à l'impact
175 daN c'est à dire 17,5 m²
Moteur auto 100 chevaux.



- II. Estampage -

II. 1. Définition : L'Estampage ou matricage (les deux termes sont devenus aujourd'hui synonymes) est l'opération qui consiste à obliger un morceau de métal à remplir une cavité correspondant à la forme de la pièce à obtenir.

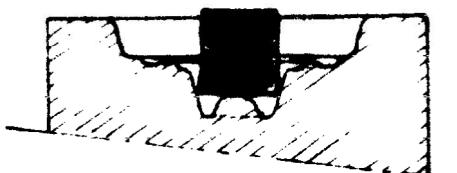
Les formes des cavités, appelées gravures, sont portées par deux blocs placés l'un sur l'autre, cet ensemble forme une paire de matrices.

L'excédent du métal s'écoule, s'il y a lieu, sous forme de bavure entre les deux blocs.

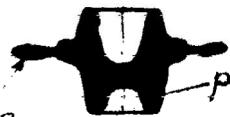
L'Estampage se fait généralement à chaud, le métal travaillé devant être plastique.



• opin (bloc de métal de départ)



bavure

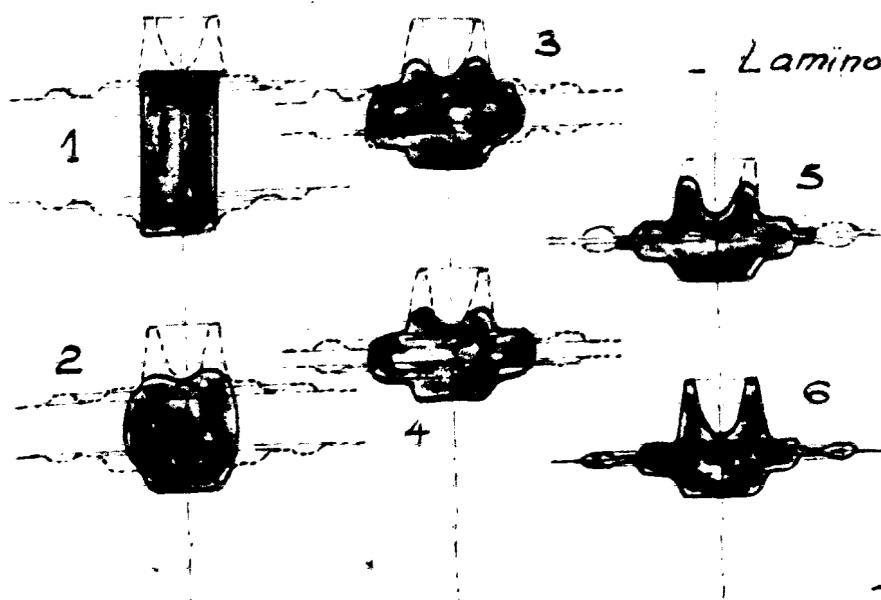


Matricage d'un boîtier

II. 2 Engins d'estampage comme pour le forgeage libre. L'estampage peut être réalisé suivant le cas, sous l'action de forces statiques (pression) ou dynamiques (choc).

II.2.1 Travail par choc : - Marteaux pilons
- Moutons

II.2.2 Travail par pression : - Presses hydrodrauliques
- Presses mécaniques : Verticales Horizontales
- Laminoirs d'ébauche



Montée progressive du métal dans une matrice

La matrice n'est pas nécessairement plate au moment où la bavure, (ou frein) se forme en retenant le métal.

II. 2.1 Travail par chocs

Marteaux pilons et moutons

- Le mouton comporte la pièce essentielle suivante : une masse tombante de 100 à 125.000 dan suspendue à l'extrémité d'une blanche (figure 2) d'une courroie (figure 3) ou d'une chaîne. Cette masse, qui tombe en chute libre, porte la matrice supérieure.

Dispositif de relevage

Ici nous sommes en présence d'un marteau pilon à vabour à douceur effet.

Établissement

Ensemble solidaire
Piston, tige et masse

Montants ou lames

Couillages matrices ou tas

Tas d'usure ou intermédiaire

Fondations

Sur deux dans le cas de 50 tonnes et 100 tonnes

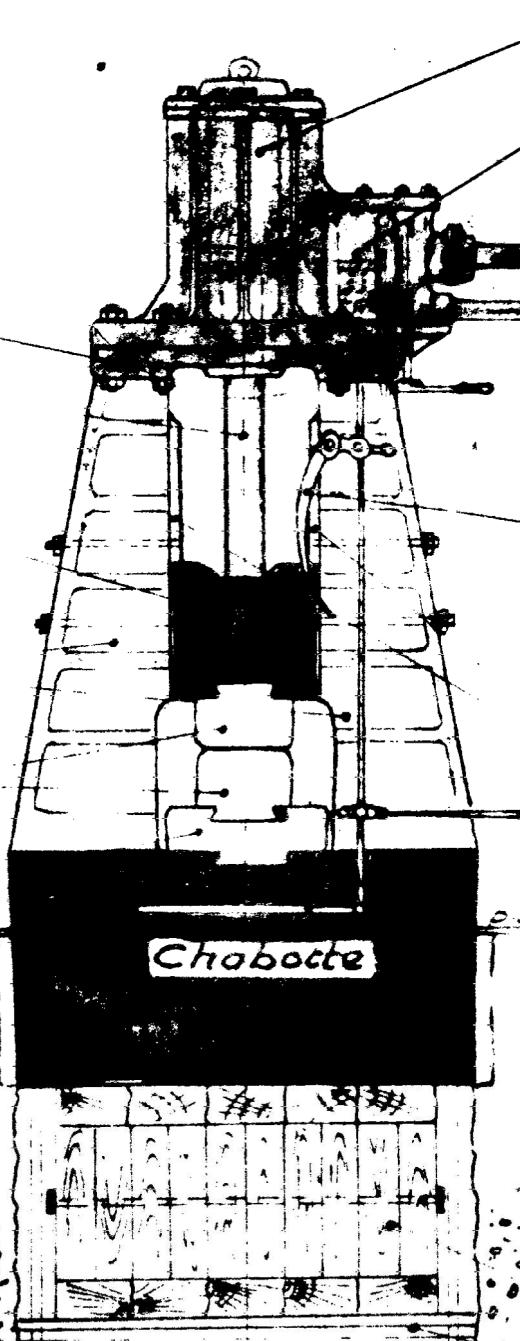


Figure 1

Forge mécanique et estambage.

La matrice intérieure est fixée sur un tas intermédiaire lui-même claveté sur la châssis qui est l'enclume de la machine. La masse est guidée au cours de sa chute par des glissières solidaires des jambages ou raboutées sur les jambages de l'engin.

Quelquefois la masse tombante est fixée à une tige qui se déplace dans un cylindre sous l'action d'un fluide sous pression. L'engin rebond alors à la désignation de marteau-pilon. Il est à simple effet lorsque le fluide agit uniquement sous le piston et sert à la remontée de la masse. Dans le cas où le fluide agit alternativement sur les deux faces du piston le marteau-pilon est à double effet. (fig 1)

Moutons et bilans modernes sont très analogues par leur aspect général et sont munis les uns et les autres de systèmes de commande permettant de frapper des petits ou des grands coups en même temps que d'immobiliser la masse en un point quelconque de sa course.

fig 3 : Mouton à courroie : (la figure ne représente que le dispositif de relevage.)

Ce relevage résulte de l'action d'une poulie sur une courroie en poil de chameau attelée à la masse frappante.

Principe : Le galet enrouleur A, commandé par le levier B, en tendant la courroie, détermine l'écrasement des sabots élastiques de la boulie médiane et permet le contact entre la courroie et la boulie motrice (jantes extérieures). La masse, en haut de course, actionne le levier C, provoquant l'arrêt du relevage. La masse est immobilisée en un point de sa course par un sabot. Ce dispositif permet une masse frappante de 3 tonnes avec une chute libre de 2 m.

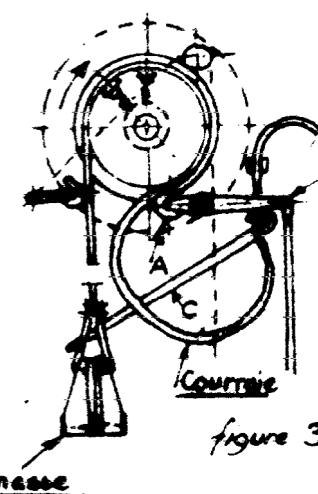
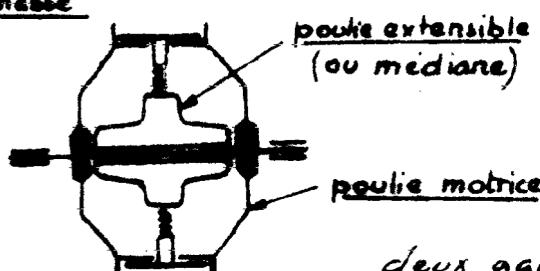


figure 3



poulie motrice

plusieurs systèmes de remontée : ici le mouvement de remontée est déterminé par l'adhérence de deux galets : un moteur, un libre ou fou. Un galet est monté sur un arbre excentré. La manœuvre de cet axe rapproche les galets ou les éloigne à volonté, pressant ou libérant ainsi la planche. Le mouton de 1000 kg à planche du Lycée de CREIL (LG 1000 Montbord), récent, possède un autre système : 2 moteurs, 2 galets tournant en sens inverse : approche ou pincement pneumatique de la planche.

figure 2 : Mouton à planche :

Plusieurs systèmes de remontée : ici le mouvement de remontée est déterminé par l'adhérence de deux galets : un moteur,

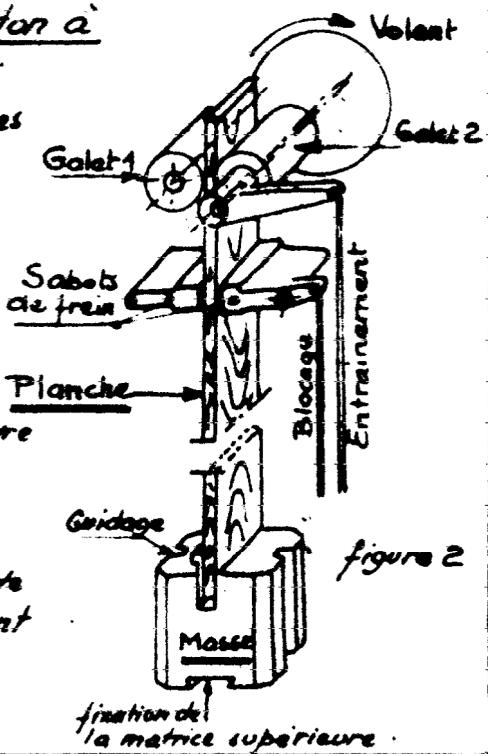


figure 2

Tige mécanique et estompage

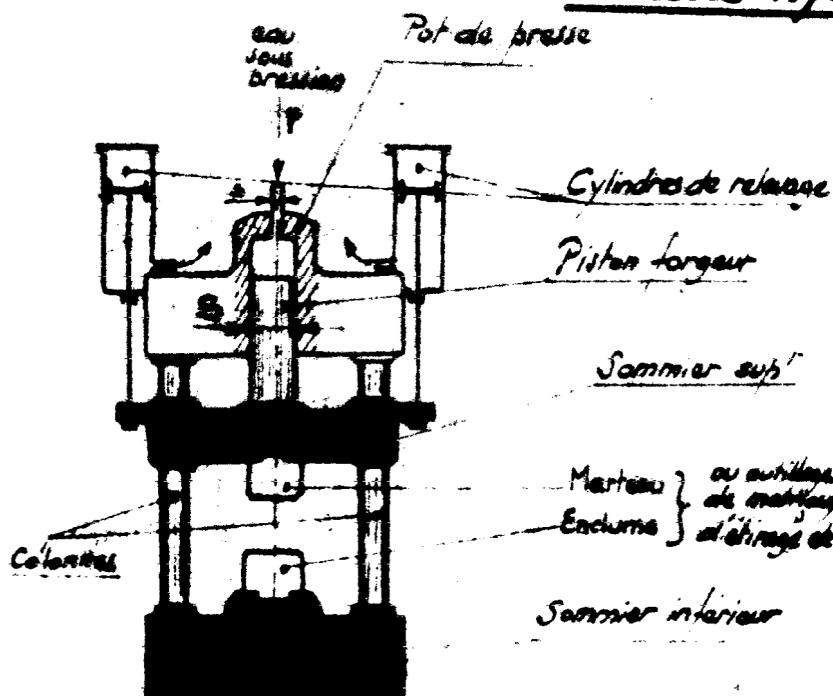
II.2.2. Travail par pression

Machines à forger par pression

Le forgeage par choc a de sérieux inconvénients ; les trépidations importantes entraînent une usure rapide des machines et nécessitent des fondations très coûteuses. Le choc a, de plus, un effet de surface ; le métal n'est pas allant à cœur et les efforts sont mal répartis. Au-delà d'une certaine puissance, il est difficile de vaincre les trépidations : on a donc été conduit à créer des machines à effet statique.

On va les distinguer : d'une part les presses hydrauliques d'autre part les presses mécaniques

Presses hydrauliques



Le fluide moteur est de l'eau sous pression provenant d'accumulateurs ; sur certains types modernes on utilise des dispositifs hydrostatiques dont le rôle est d'accélérer la marche générale trop lente.

La presse hydraulique est basée sur le principe de Pascal : Toute pression exercée à la surface d'un liquide se transmet intégralement à tout élément de barri de même surface.

Exemple : La presse ci-dessus est actionnée par de l'eau venant d'un ensemble cylindre-compresseur donnant une pression p pour une section s . Ce cylindre compresseur exerce sur le liquide une pression $\frac{p}{s}$. Dans le pot de presse, la pression en chaque point du liquide ayant augmenté de $\frac{p}{s}$, la force pressante sous le piston forger est :

$$P = \frac{p}{s} \times S_{\text{section du piston forger}}$$

si $S = 1000s$ $P = 1000p$

Note

L'atelier de forge du L.T.E.g de CREIL dispose d'une presse hydraulique de 600 tonnes

Presse à forger horizontale ou machine à forger horizontale (mécanique)

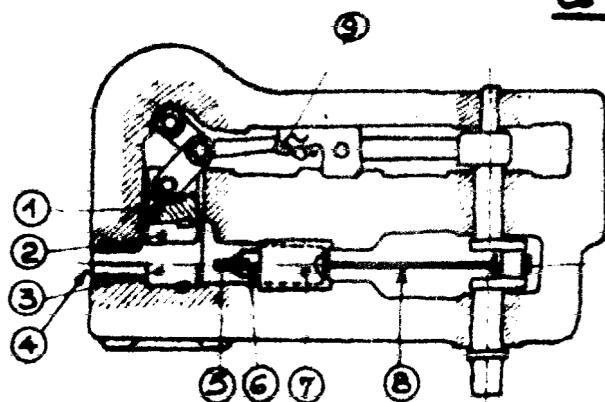
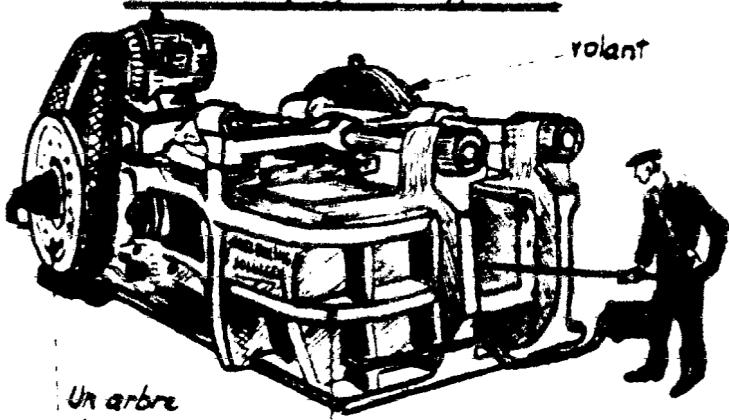


Schéma fonctionnel d'une machine à forger horizontale

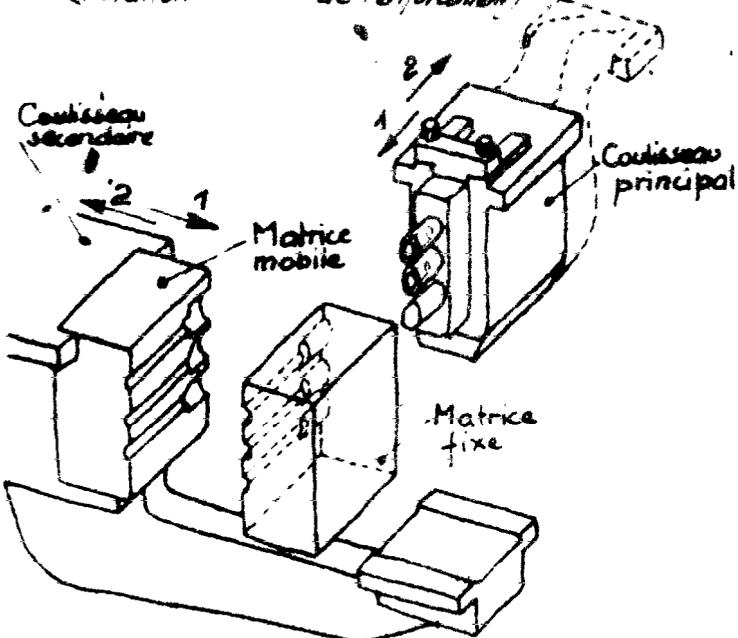
- 1 Coulisseau secondaire
2 ½ matrice mobile
3 ½ " fixe
4 passage de barre
5 Poingon
6 Porte poingon
7 Coulisseau principal
8 Bielle principale
9 Sécurité (fermeture des matrices)

Machine à forger horizontale



Un arbre transmet le mouvement de rotation

bâti (avec nervures de renforcement)

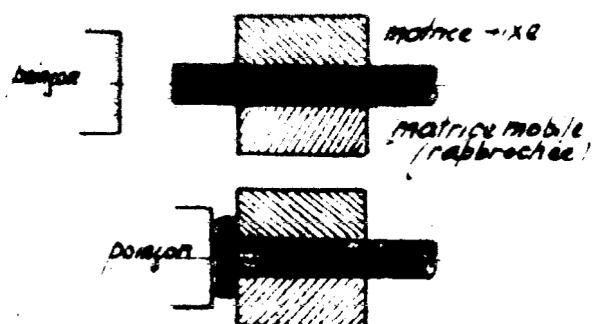


Représentation des coulisseaux d'une machine à forger horizontale

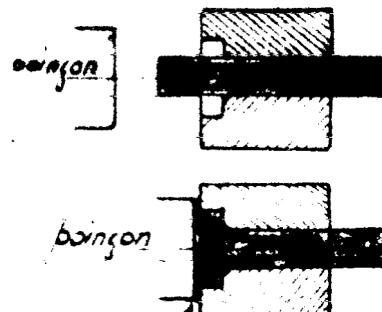
- C'est une presse mécanique à vilebrequin -
- Il y a deux coulisseaux (voir figure)
- En premier temps, la barre (ou le lobe) est plaquée contre la matrice fixe, dans le ½ logement correspondant à la 1^{re} opération. Le combaglion maintient la barre
- En appuyant sur la pédale, la matrice mobile vient serrer cette barre. Le coulisseau principal avance ensuite. Il se retire et la matrice mobile s'écarte.
- Le combaglion basse ensuite à la seconde opération ... mene processus....

Pièces types forgées sur machine à forger

Pièces, bâches de révolution courtes droites à la barre
Plateaux en bout d'arbre
Forage ou lobe



Opération de refoulement simple (hors matrice)



Entre poingon et matrices serrure

Opération de refoulement en matrice cavité

Forge mécanique et stampage

Laminoirs d'ébauche

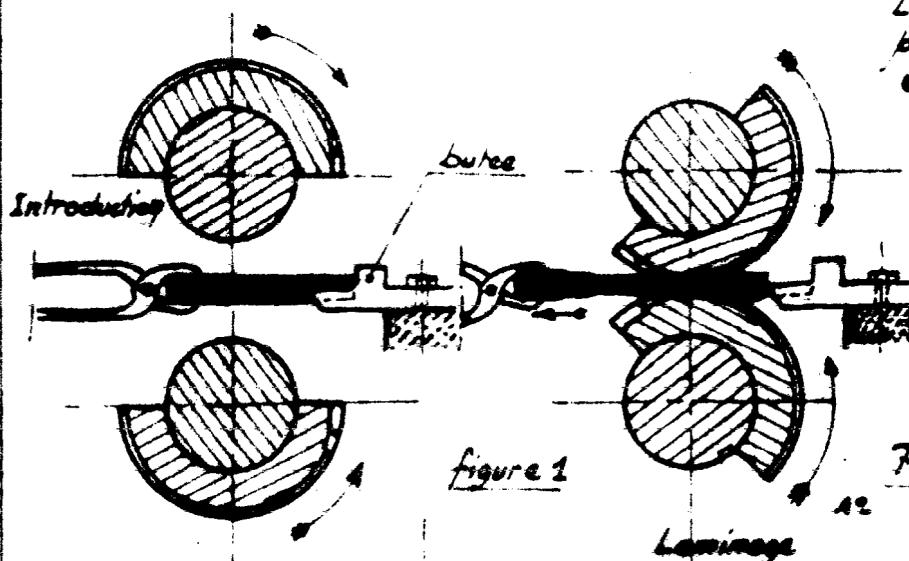


figure 1

figure 2

Le rôle du laminoir est de préparer rapidement des ébauches par laminage. Ces ébauches étant estampées généralement dans la même chaude. Il remplace avantageusement un étrage ou un roulage au marteau pilon en qualité et en rapidité.

Plusieurs types de laminoirs

1. Travail entre les montants figure 1

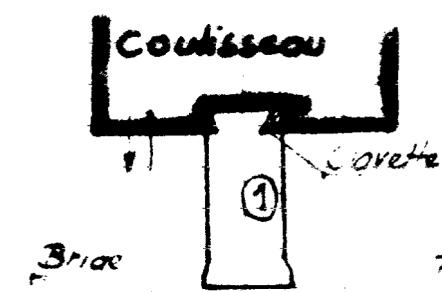
2. Travail en bout d'arbre figure 2

3. Travail mixte entre les montants et en bout d'arbre.

Le lardin est introduit entre les outillages (coquilles semi circulaires fig 1 ou circulaires fig 2) et est rejeté au cours du travail (1 tour complet à chaque opération) vers l'ouvrier. Une série de passes amène le lardin à la section désirée. Réduction variable de 20 à 40% par passe.

Reduction variable de 20 à 40% par passe

Coulisseau



Pousser au point mort haut

Presses d'ébavurage

En principe du type mécanique à visétrapuis ou excentrique. Ébavurage à chaud ou à froid. Dans ce dernier cas travail sans tenaille et dispositif de sécurité obligatoire)

Fonctionnement de l'ouillage fig 3

La pièce à ébavurer est introduite entre le devêtement (3) et la matrice d'ébavurage (2).

La forme de l'enclume de cette matrice correspond au contour extérieur de la bieze à ébavurer. Le bouton (3) qui au coulisseau, descend traverse avec un jeu sur le devêtement.

bouscule la bieze en abrissant sur son contour ext. occupe la bavure. Le jeu entre (2) et (3) est très faible la bieze tombe entre les cales (4). Le

caisseux (3) tombe sur (2).

Table de presse

Caisse pour drageage figure 3

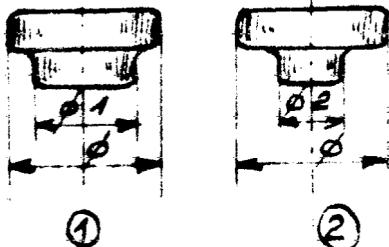
Rapport de fixation

Coulisseau remonté

II. 3. Solution d'estampage à adopter suivant type de pièce et importance des séries

En pratique, la solution d'estampage adoptée pour une fabrication de pièce n'est pas toujours la plus rationnelle. Cette solution est choisie en fonction des engins disponibles, le plus souvent, et dépend de deux facteurs principaux qui sont la forme de la pièce (ou type de pièce) et la quantité de pièces à exécuter.

I. Différents types de pièces - Des pièces de forme simple, semblables posent à l'estampeur des problèmes bien différents : voici deux pièces de révolution



ϕ_1 nettement > ϕ_2

La pièce ① donne ceci à l'estampage

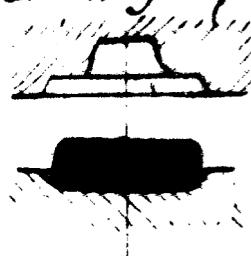


La pièce ② donne ceci :



ϕ_1

On peut sans être un spécialiste de l'estampage, se douter que la pièce ① se fera aisément par refoulement alors que pour la pièce ② il y aura flambage (i.e l'orifice se tord, se courbe, le refoulement n'est plus dans l'axe) avec tous les inconvénients de débord et rebuts que cela entraîne et qui ne sont pas admissibles. La pièce ② ne peut être obtenue raisonnablement que par filage (i.e., montée du métal dans une cavité)



Le métal, enveloppé par les matrices, est pressé, remplit la cavité ou espace libre qu'il est offert. La bavure freine son échappement entre les matrices

On n'est pas absolument certain que le métal remblira parfaitement cette cavité. Il faut parfois employer des artifices (Trous d'air - abat de métal etc.)

Néanmoins on peut classer les pièces par types ou catégories suivant leur forme :

1° Pièces de révolution sans queue

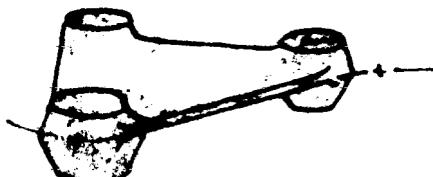
Ex : bignons courts de 3 à 5.



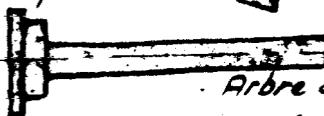
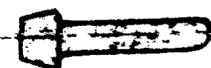
- 2° Pièces massives de forme simple : (sans trop d'écart entre sections voisines)
- 3° Pièces avec bossage et entre deux : bielles Zériers



- 4° Pièces avec toile et bossages massifs : (ferrures d'ailes Avion)



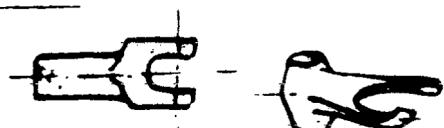
- 5° Pièces de révolution avec queue :
- Pignons d'attaque
- Arbre de roue
- Axes etc...



Arbre disque de
combreseur

- 6° Pièces en forme de chape

Tourchettes de B de V
Cardans etc...)



etc... etc...

II Importance des séries : Le prix d'un outillage combiné peut, si la série (ou quantité de pièces à exécuter) n'est pas suffisamment importante, augmenter le prix de revient des pièces. Par contre, la rapidité d'exécution est obtenue, gain de temps.

Il faut faire un bilan et examiner le prix de revient pièce.

Exemple : ① - 1 pièce forgée main coûte 200 F

② 1 outillage simple (1 seule gravure finition) coûte 2000 F et le prix de revient d'une ébauche et réalisation 20 F/pièce

③ 1 Outillage combiné (gravure multiple) coûte 5000 F et le prix de revient matriçage 5 F/pièce

A quelle quantité de pièces sera-t-il rentable de baser de la solution ① à ②, puis ② à ③

$$a) 200 \times x = 2000 + 20x$$

$$180x = 2000$$

$x = 11$ car à 12 pièces prendre la solution ②

$$b) 2000 + 20x = 5000 + 5x$$

$$15x = 3000$$

$x = 200$ à 201 pièces prendre la solution ③

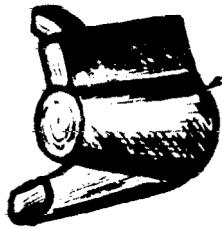
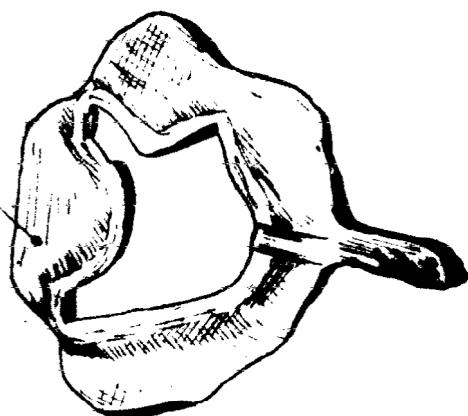
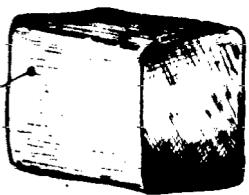
III Choix

La page 18 montre une gamme de pièce simile réalisée sur mouton avec étirage tenue sur bilan ébaucheur valable pour petites séries. La page 19 une pièce de grande série. (Elle aurait aussi pu se faire en ébauche laminée et estampage Maxi-bress - 2 outillages)

La page 19 une pièce type H&F forgeage au lardin

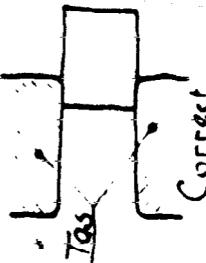
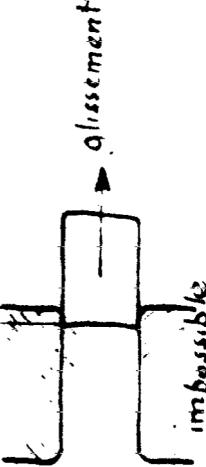
Un choix judicieux ne peut être fait que par un spécialiste.

Ébauche
Barre découpée sur
Outillage d'ébauchage monté
sur presse (mécanique à
vilebrequin en général.)

EstampageL'outil de débordÉbauchageTenue

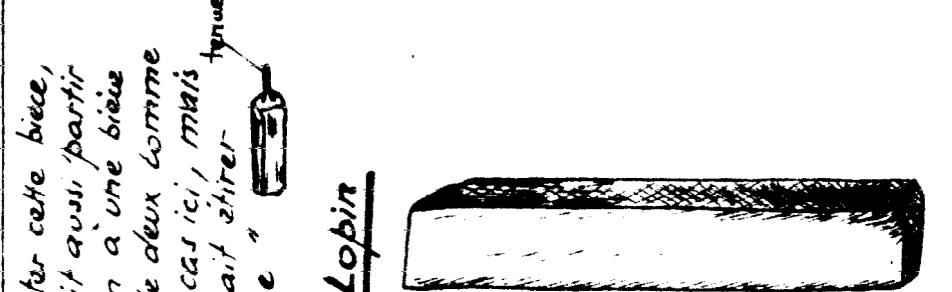
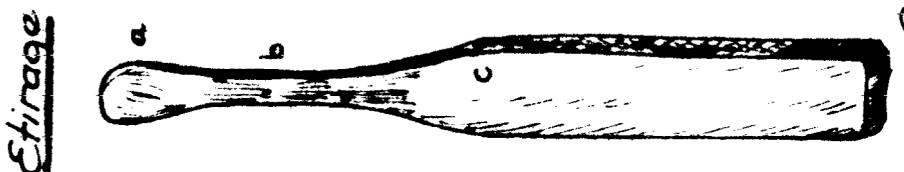
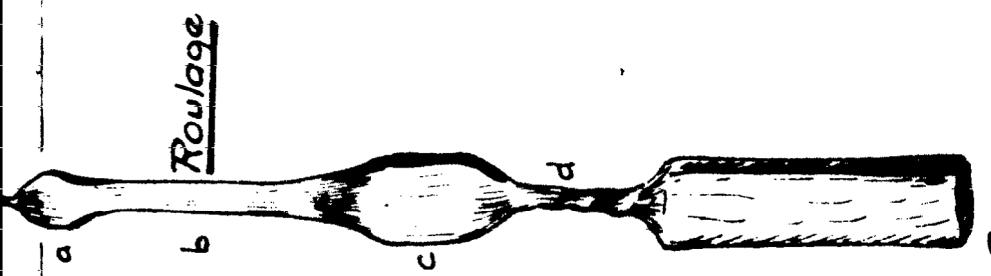
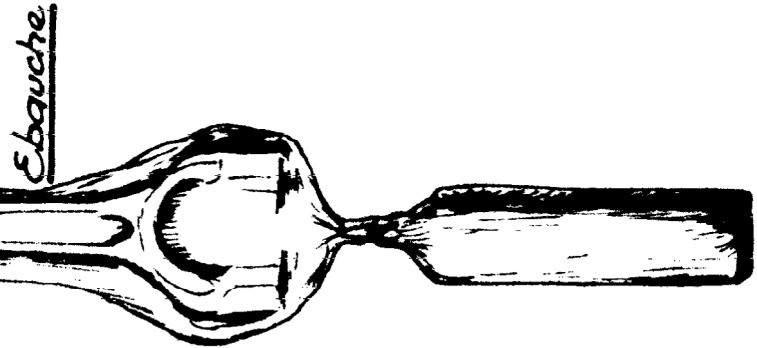
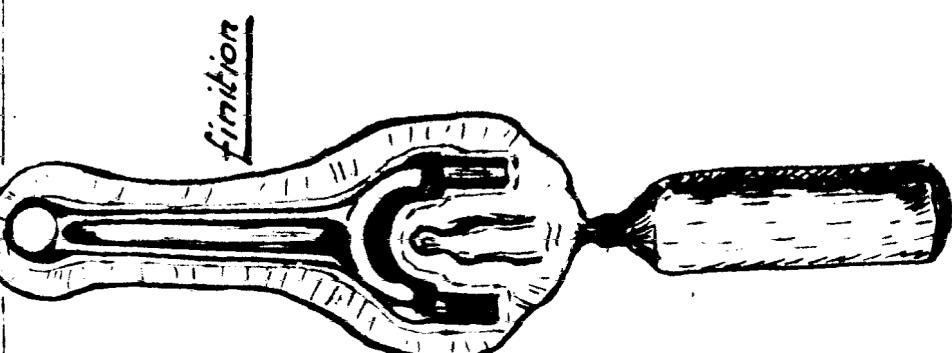
L'estrage de cette tenue
revient relativement
cher. L'auto consommateur
et le mouton travaillent
en batterie - Le plus
il y a une sorte de
matière car il faut
prendre suffisamment
de métal pour étriner
cette tenue dans des
bonnes conditions

Trop faible

Pièce brute
de forge

Estampage sur Mouton
(Estrage tenue sur pilon ébaucheur genre
auto - consommateur)

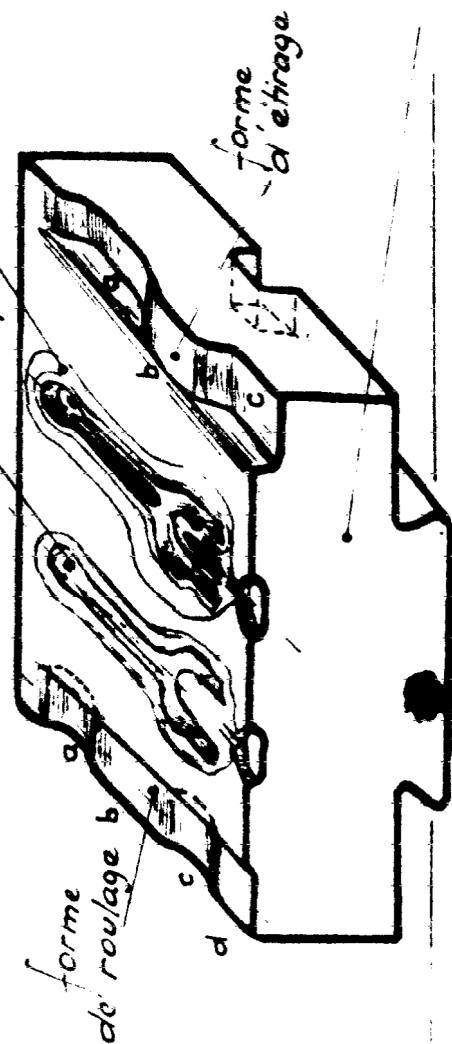
Nota Dans le cas de faibles
series on peut ne pas faire
d'outillage d'ébauchage, mais
enlever la houvre par sciage



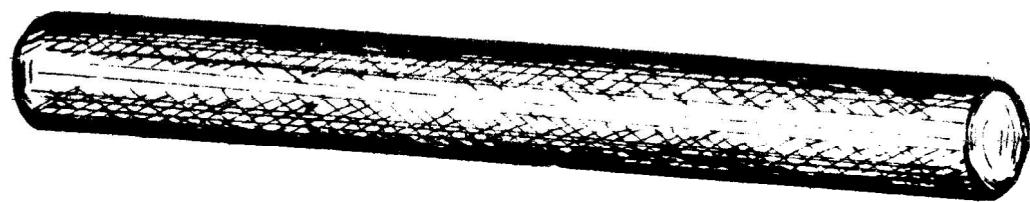
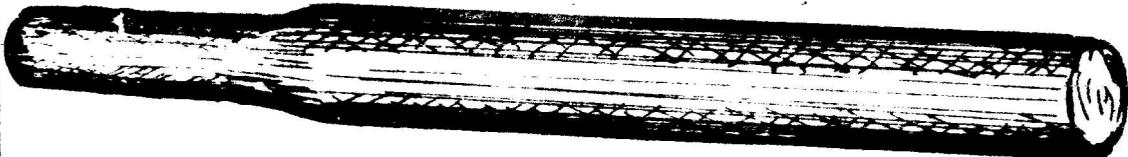
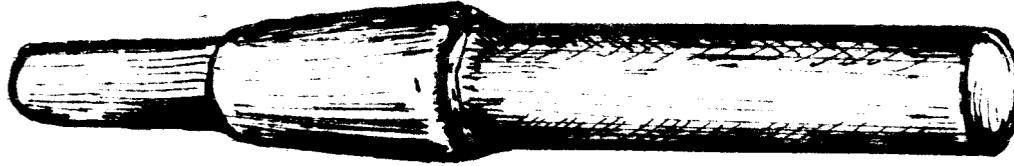
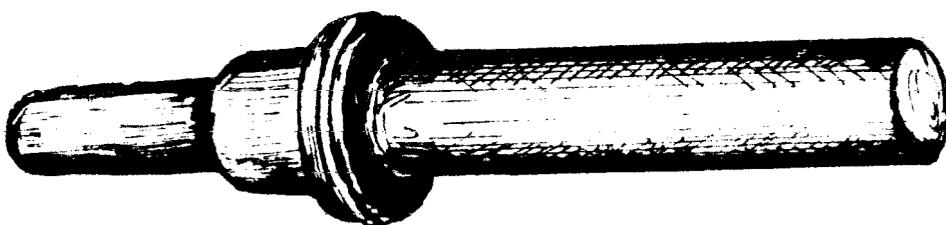
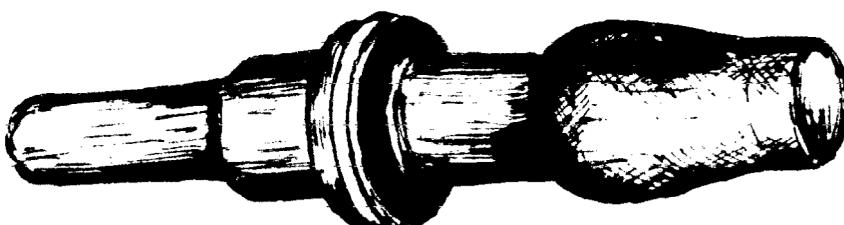
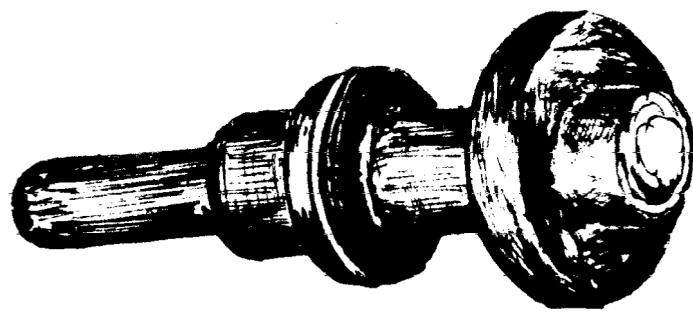
Pour exécuter cette bise, on pourraient aussi partir d'un lobin à une bise au lieu de deux comme c'est le cas ici, mais il faudrait étirer un "tenue"

Gamme de fabrication d'une bise.

Réalisation en gravures multiples (un saut sur une matrice) sur marteau à l'air ou à comprime- étrage



- Gramme de fabrication
d'un manchon intermédiaire
d'aignan de boîte de
vitesses sur machine
à forger horizontale -



3^e Série d'opérations

1^{re} : refoulement
2^e : formation du plateau



Matières 1^{er}
est fer

2^e Série d'opérations

1^{re} : refoulement matrice
pointage
2^e : formation du plateau
ébauchage

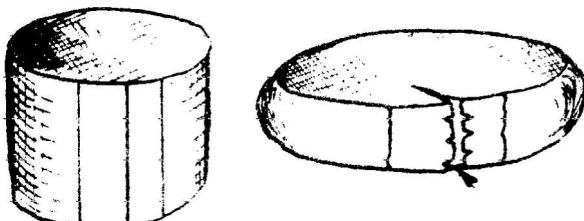
1^{re} Série d'opérations :

Retrait sur machine à
retirer : si l'on partait
du plus petit de la longueur
à refouler ensuite serait
trop importante.

II. 4 Défauts des pièces estampées

Ce sont à classer en trois catégories

I Défauts dus à la matière première



Un test à écrasement de bobins
dans une barre ligneuse fait
apparaître les lignes profondes par
éclatement (replis des bobines)

En principe des contrôles en laboratoire
permettent de déceler ces défauts

1° Lignes : a) profondes (replis)
au cours du laminage des
barres

b) superficielles
ou stries sur les faces

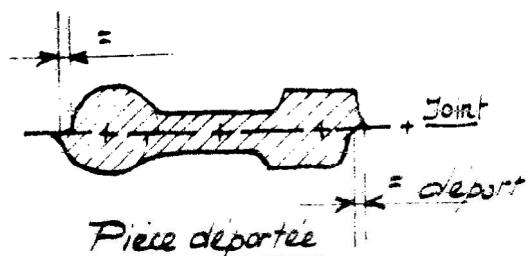
2° Inclusions ou différentes
ségrégations d'impuretés

3° Matière de nature différente
ou mélanges d'aciers

II Défauts accidentels de l'acier ou défauts de façonnage :

- 1° Criques de forgeage (rupture superficielle due à un chauffage inégal)
- 2° Métal brûlé (irréparable)
- 3° Métal surchauffé (un traitement thermique abrégé s'impose)
- 4° Métal dénaturé (chauffes prolongées ou répétées)
- 5° Tabous de forgeage et de trempe (Hétérogénéité de cristallisation et retrodissement irrégulier dans les différentes sections)
- 6° Pailles et repliures dues à des inégalités de surface
(ne pas confondre avec des lignes ou des replis)
- 7° Travers - Un allongement prononcé affaiblit la résistance à cet allongement

III Défauts physiques :



1° Mauvais remplissage ("Marques" matières)
du à des bobins faibles ou gravures mal
congues ou estampage mal exécuté

2° Replis : bâches mal positionnées en
gravure, remordues etc.

3° Défauts dimensionnels : retrait variable
avec l'éc. de forgeage, gravures evasees
(hors côté) : défauts d'exécution des
matrices (mauvais contre ou "clomb")

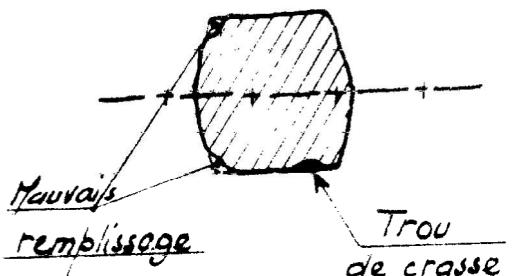
4° Déport ou chevauchement : matrices
sup et inf non en rapport

5° Trou de crasse ou calamine : mauvais
décrassage des pièces en cours d'exécu.
et chauffage à surveiller

6° Découpage rognant ou au contraire
excédent de bavure

7° Marque du poingon d'ébaucage, coups
deformations (le métal chaud se
déforme si les bâches sont jetées sans soi)

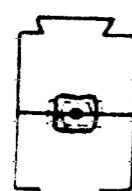
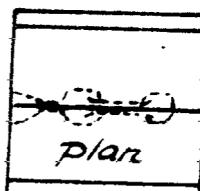
8° fibrage : fait l'objet d'une acceptation "Labo"



II.5.

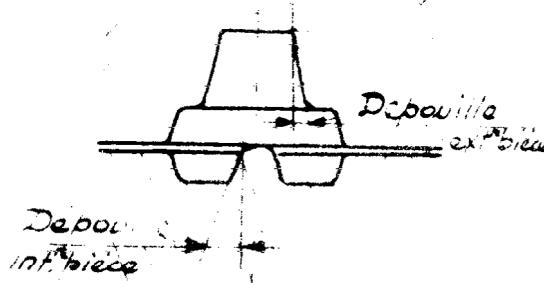
Dessin des pièces forgéesI Collaboration du dessinateur, de l'estampeur, de l'usineur

- 1° Le dessinateur dessine la pièce en vue du rôle fonctionnel qu'elle doit remplir dans un ensemble
- 2° La fonction décide de l'image de la pièce dans ses grandes lignes, mais non dans ses détails qui peuvent varier
- 3° Le dessin ainsi exécuté n'est pas définitif : il doit être soumis à deux spécialistes, un qui réalise la pièce brute, l'estampeur, l'autre qui la paracheve par usinage, l'usineur.
- 4° Ce n'est qu'après étude de part et d'autre que la pièce prendra son aspect définitif.
Le bris de revient de la pièce peut donc être réduit par la collaboration de ces trois techniciens

II Adaptation aux conditions d'estampage1° Joint des matrices
(Surface séparant les 2 blocs)

Il peut être aussi : Equilibré

courbe, hélicoïdale, etc....

2° Dépouilles : la dépouille est l'angle que font les bords des gravures des matrices avec la direction du déplacement

Voici quelques valeurs de dépouille

| | Dép. Intérieure | Dép. Extérieure |
|---------------------|--|----------------------------|
| Plat, 90° | 6 à 9° (tretage sur bâti - pas d'éjecteur) | 3 à 6° |
| Plat, 90° 15° | 6 à 9° 3° Avec éjecteur | 3 à 6° 1° avec éjecteur |
| Plat, horizontal | 1 à 3° Ouverture dans | 1 à 3° 3 positions |

3° Contour des pièces : les contours dentelés sont difficiles à ébavurer correctement. Les outillages d'ébavurage sont fragiles et difficiles à recharger (abroter du métal, exemple Cobalt, sur l'angle de coupe, par soudure) et retoucher.4° Forme des sections : éviter les variations brusques de sections voisines (écoulement du métal). Mettre de grands rayons de raccordement (ext' et int'). Éviter les nervures fines et hautes et les toiles peu ébaissées (refroidissement rapide du métal et buissance engin augmentée).

IMPORTANT

III Défauts des pièces - intéressants le dessinateur -

* 1^e Défauts dimensionnels

a) Dus au retrait: L'acier chauffe et dilate. Une pièce chauffée à 1200° a augmenté, dans toutes ses cotations d'une quantité donnée par la formule

$$L_t = L_0 (1 + \alpha t)$$

L_t = longueur à t ° en mètres

L_0 = " " à 0° "

α = Coefficient de dilatation

linéaire moyen entre 0° et t

Coefficient de dilatation de l'acier de 0° à 100°

$$\alpha \times 10^7 = 122,5$$

t = température en °C

(que l'on considère comme moyen pour nos calculs)

Exemple : 100 mm à froid donnent à 1200° : $100 / (1 + \frac{122,5 \times 1200}{10^7})$
soit 101,47

Quand cette pièce est refroidie, le retrait s'est effectué.

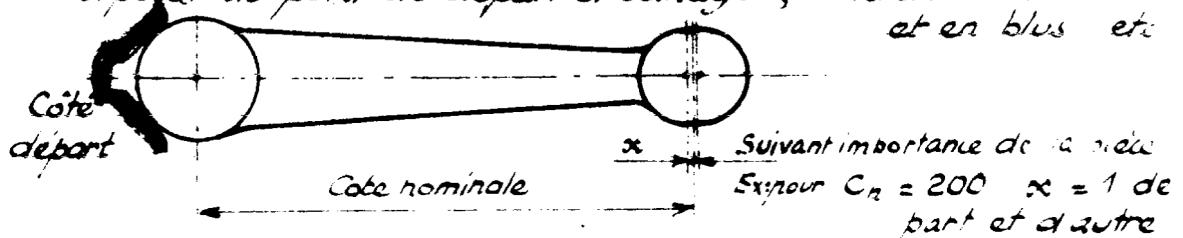
Les cotations de la gravure doivent donc être majorées du retrait.

On prend, en général 12 à 15 à 1000 comme valeur moyenne

On constate que le retrait est fonction de la température de forgeage et une pièce forgée très chaude (200°) sera, à froid, plus petite qu'une autre forgée à 1000° à froid également. Ces 0° de forgeage restant dans la "fourchette" (ou intervalle) correcte pour certains aciers

Conclusion : Deux pièces réalisées dans un même matrice peuvent avoir des cotations différentes

Comment remédier à ce défaut : Ovalisation des boulonnages opposés au point de départ d'usinage, tolérance en moins et en plus etc.



b) Usure de la matrice (ou des outillages)

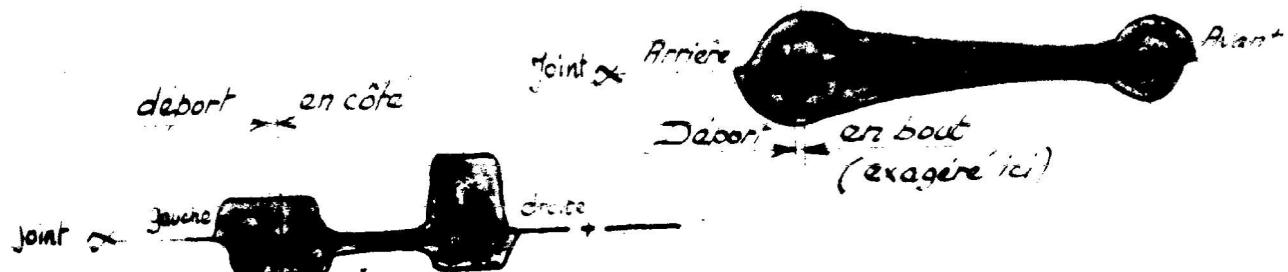
la fabrication d'un outillage coûte cher. Il est conçu pour exécuter la quantité maximum de pièces (exemple pour une matrice, petites pièces, environ 4000 sans besoin de réfection). Ces outillages s'usent progressivement et arrivent à leur durée limite fixée par la tolérance maxi des pièces

Conclusion : Plus la tolérance est large, plus l'outil usera et le prix de revient de celles-ci sera abaissé.

* 2^e Déformations

a) Le déport : Une masse tombante, un coulisseau etc... bloquerait dans leurs glissières s'ils étaient trop ajustés, par suite de l'élevation de θ , due au travail à chaud, et de la dilatation.

La masse tendante qui chute peut se déplacer dans un sens ou dans l'autre, suivant le sens où elle a, et la moitié, ou forme supérieure de la pièce, sera décalée par rapport à la forme intérieure.
Ce décalage s'appelle débord ou chevauchement.



Conclusion, il faut tenir compte du débord dans la cotation : 0,5 pour les petites pièces, 1 pour les grosses de plus de 5 dan environ.

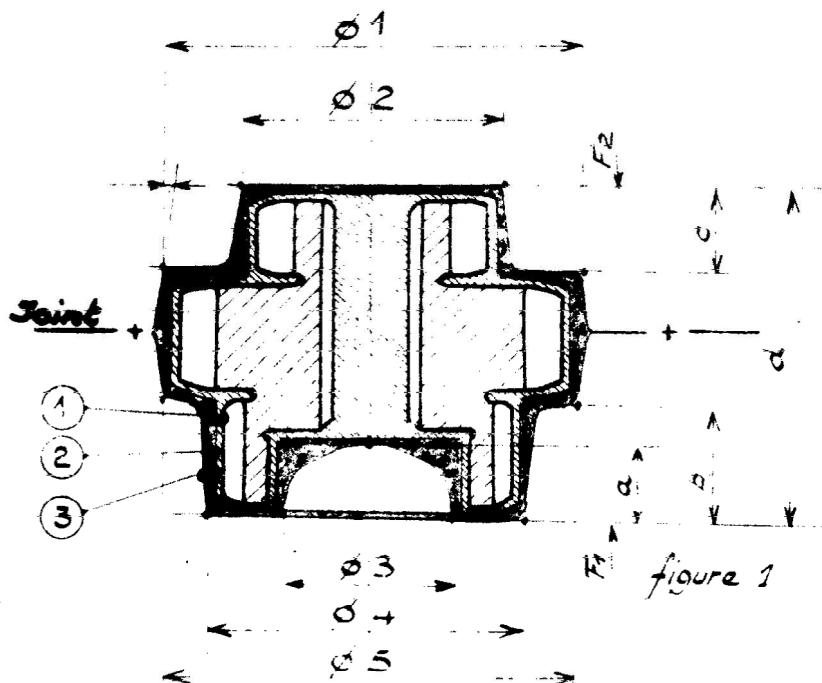
b) Déformations dues aux chocs. Les pièces droites se blient et se déforment facilement à chaud. Il est parfois bon de spécifier un redressement de telles pièces sur le plan.

c) Déformations dues à l'ébauche. Il faut exercer une pression sur la pièce à ébaucher et de plus les angles de coupé s'émoussent. Il est parfois bon de spécifier un repassage en matrice à chaud ou mieux à froid dans un outillage de redressement-calibrage.

d) Déformations dues au traitement thermique
Surtout pour les pièces longues et de sections variées, il est parfois utile de prévoir un redressement éventuel.

* 3° Coups. Une pièce cognant sur un angle vif (arrondir les angles extérieurs des outillages de découpage) peut conserver un trou ou une entaille après usinage ou sur une partie restant brute de forge. Si ces coups ne sont pas admissibles, le spécifier au plan. Des précautions à la manutention seront prises.

II.6. Adoption aux conditions d'usinage



1° Détermination des cotes des pièces estampées, surépaisseurs d'usinage -

Prenons la figure 1
- le tracé N° 1 représente la pièce liné telle que a désiré le dessinateur ou surcou de trace -

Cette pièce doit être entièrement usinée

- Le tracé N° 2 représente la pièce celle que l'usineur, avec, sur chaque surface, une faible surépaisseur, représentant le copeau mini qui lui permet les meilleures conditions d'usinage

Le tracé N° 3 représente la pièce telle que peut la livrer l'estampeur (dessin représentant la surépaisseur moyenne) Il tient compte des défauts des pièces forgées et établit sa cotation façon à neutraliser ces défauts

Exemple $\phi 1$ pièce terminée : 100 avec copeau mini : 0,5 aurayon $\phi 1$ devient 101, avec exigence des pièces estampées (débord, trous de crasse (calamine))

$$\phi 1 \text{ devient } 101 + 1 \text{ (aurayon)} = 103 \\ \text{avec la tolérance d'usure des matrices et} \\ \text{éventuellement de la variation du retrait} \\ \text{nous avons } 103 \pm 0,5 \quad 100 \rightarrow 103 \pm 0,5$$

Exemple $\phi 3$ pièce terminée = 30 pour des raisons identiques à l'exemple $\phi 1$ mais $\phi 3$ étant un Ø intérieur nous avons $27 \pm 0,5$

$$30 \rightarrow 27 \pm 0,5$$

La déposée (voir page 22) est toujours en plus donc augmente la surépaisseur d'usinage)

Exemple cote d'piece linie = 100 avec copeau mini 0,5 par face nous obtenons 101 en cote de forge nous aurons $101 + (0,5 \times 2)$ Trou + 0,5 différence de retrait nous aurons en définitive : "102,5

Avec tolérances normales

$$100 \rightarrow 102,5 \pm 0,5$$

- On peut se rendre compte que le départ n'intervient pas dans la cotation de d, le plan de loint étant choisi ici à l'axe de la pièce.
- c et b sont identiques à la cote pièce finie et non tolérancées pour les raisons suivantes : ce décalage des surépaisseurs reste constant et c et b sont déterminées par les cotes de la matrice supérieure et matrice inférieure ou contraire de d qui peut augmenter si la pièce n'est pas "battue" à fond

Surépaisseurs normales d'usinage

| Ebrasieur, longueur ou diamètre de la pièce en mm | moins de 30 | 30 à 60 | 60 à 120 | 120 à 250 | 250 à 500 | au delà de 500 |
|---|---------------------|------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| Surépaisseur sur chaque face ou au rayon | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 4 |
| Tolérances | $\pm \frac{1}{0,3}$ | $\pm \frac{1,25}{0,4}$ | $\pm \frac{1,5}{0,5}$ | $\pm \frac{2}{1}$ | $\pm \frac{3}{2}$ | $\pm \frac{5}{3}$ |

(à inverser pour les
diamètres intérieurs)

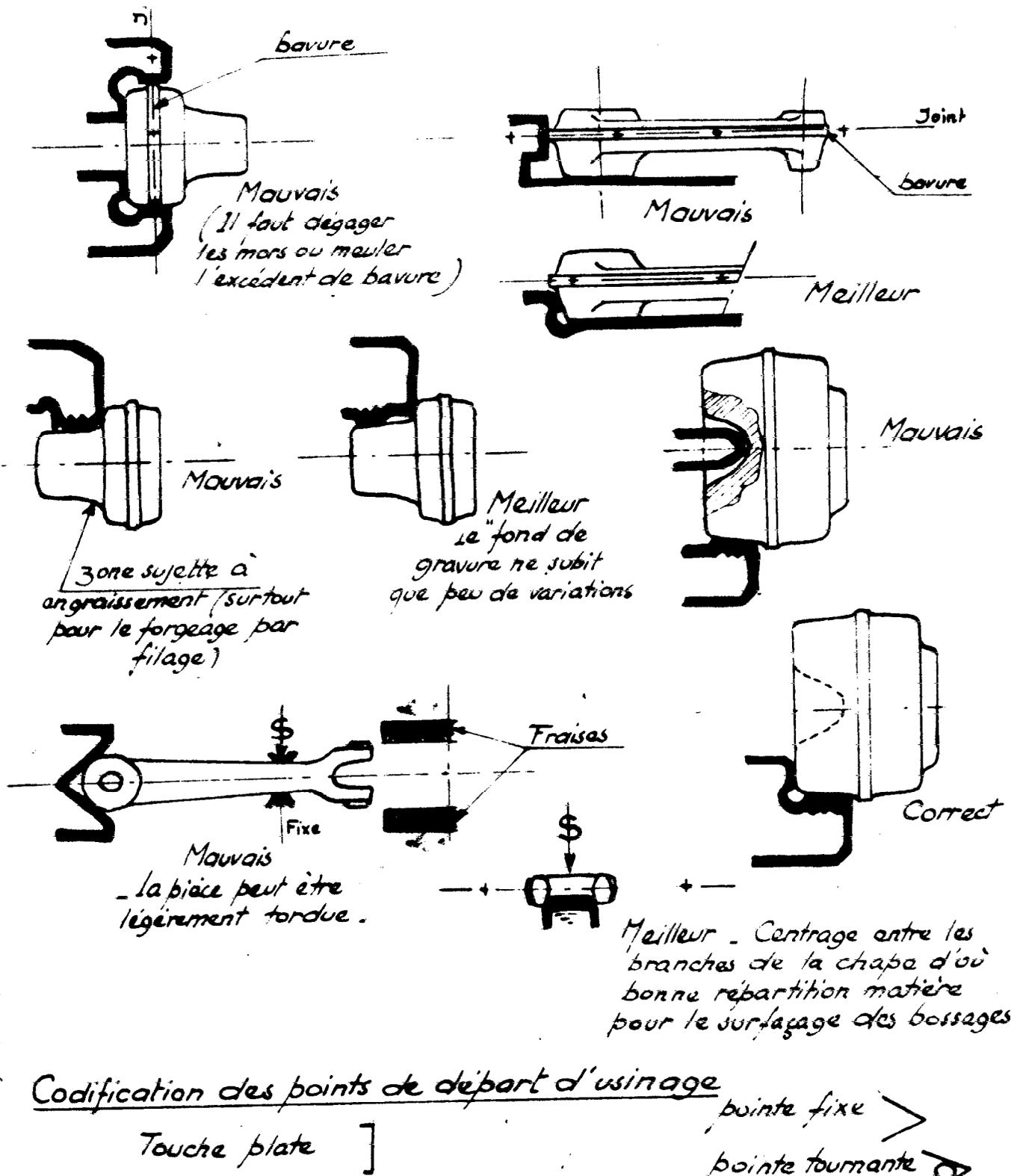
Exemples : $\phi 200$ fini - cote de forge $\phi 205 \pm \frac{2}{2}$
 $\phi 50$ fini - " " " $\phi 53 \pm \frac{1,25}{0,4}$
 $\phi 600$ fini - " " " $\phi 608 \pm \frac{5}{3}$

2° Importance de la détermination des points de départ d'usinage

- la connaissance des points de départ d'usinage est très utile à l'estampeur
 - Il peut ainsi contrôler sa pièce en coïncidence avec le départ d'usinage
 - Il peut réduire certaines surépaisseurs d'usinage
 - Preciser à l'usineur les points susceptibles de varier d'une pièce à l'autre
 - Il peut éviter les départs
 - a) sur des cotations de bavure
 - b) sur des parties coniques sujettes à "engraissement"
 - c) dans des évidements, les noyaux des matrices s'usant relativement vite)

- Une pièce est dite battue à fond lorsque les deux blocs forgeurs (supérieur et inférieur) viennent en contact l'un et l'autre, ce qui doit se faire : la surface de battage de ces blocs est la surface de contact

L'oxyde recouvrant les pièces forgées doit être enlevé avant usinage afin d'éviter l'usure prématurée des outils de coupe (bain d'acide dilué), Garnissage (projection de grenade plus ou moins fine)



Touche plate]

Touche plate striée]

T. sphérique)

T. dégagée]

Cuvette]

pointe fixe >

pointe tournante >

Palonnier]

Ve dégagé]

S'il la touche est mobile,
c'est le cas des touches de
serrage, ajouter le signe →

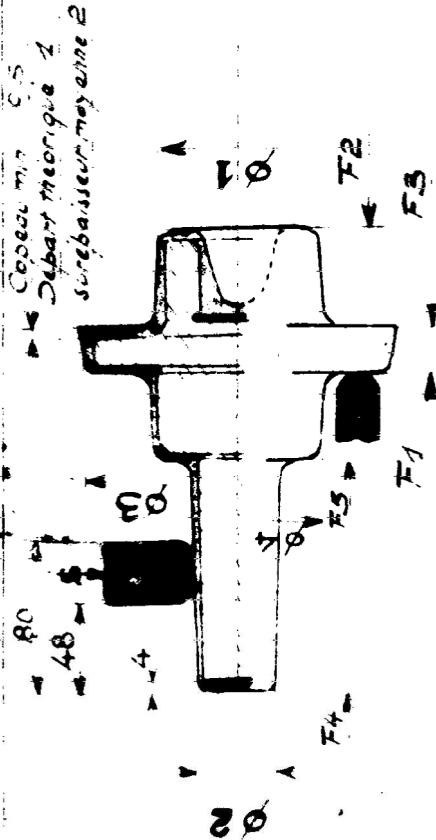
Exemple: →

Force Mécanique et estampage

MODIFICATIONS

DÉPART D'USINAGE

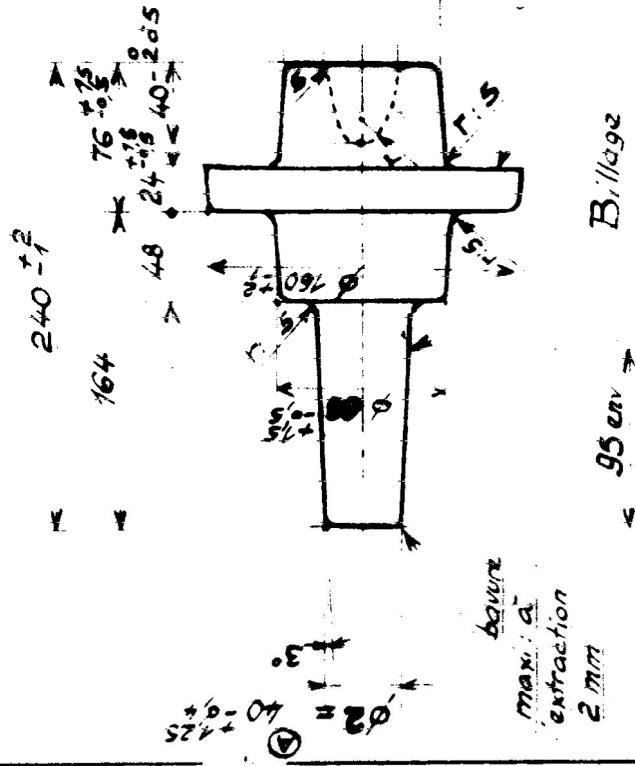
| ACCORDS PRÉPARATEURS | | | | |
|----------------------|--|-----------------|------------------|-----------|
| Reprise et date | Partie T 75 seulement contrôle laboratoire | Taxe chiffre | Bureau évalué | Signature |
| Pièce nouvelle | 20274 | → | 487 | 57 |
| A - 25.12.65 | | | | |



Signatures / visibles

SPECIFICATIONS

- Béee décalaminée pour usage grenade cotéste de 15
 - Rayons non cotés $r = 2$
 - Faux rond maxi rapport à d2
 - Barre maxi : 0,5
 - Déboîtilles non cotées 6°
 - Trou de calamine maxi : 0,5



No piece
on relief

Société X

۲۵۶

PLAN DE FORGE
DE LA FUSÉE à/e
ROUTE N° 752257

Dominique Chassagnoux date : 12/10/05

Echelle 0,25