

Alu, fer : grains parfaits et réseau de disloc
grande énergie défaut
= mobilité des disloc

Inox, cu : disloc homogène.
faible E défauts \Rightarrow faible mobilité

Écoru. à froid : migrat° des disloc qui se retrouvent bloqués : T de la contr. et appari° de nouvelles disloc. \rightarrow rupture

A chaud : 1000° acier

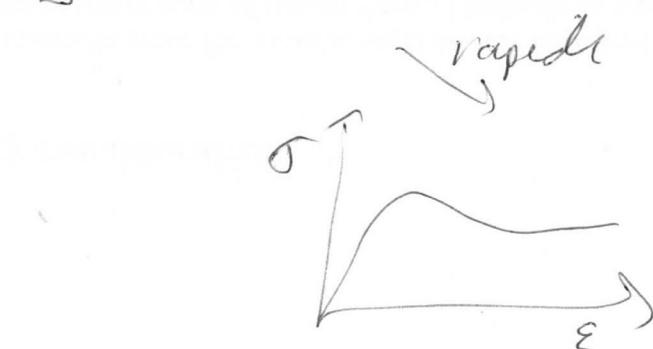
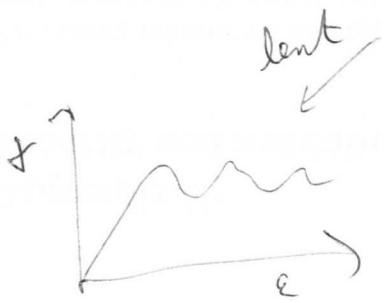
800° cu

500° Al

Rétaurat° : déplacement et auto-annul des disloc.

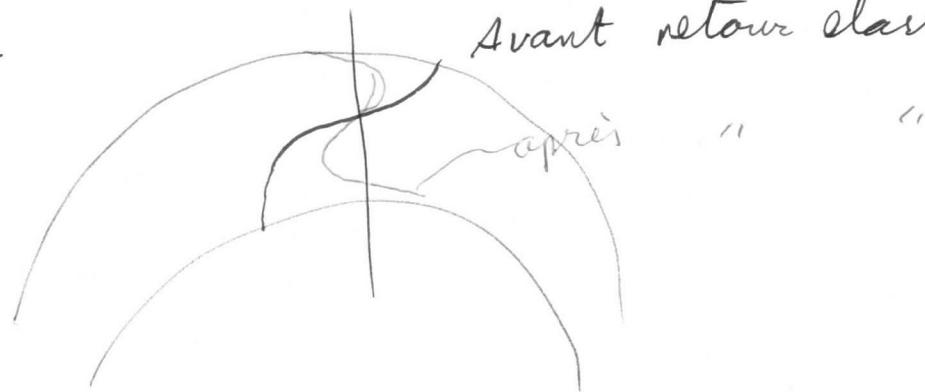
~~Inox, Cu~~
Alu, fer

Recristal. : appari° de nouveaux grains sans défauts
Rôle de la vitesse



Structure cristalline très modifiée.

Pliage



Avant retour élastique

après " "

$$\frac{r_{\min}}{e} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{E_{\text{rupt}}} - 1 \right) + \text{sécurité}$$

↳ Abaque

Flan dév : pr pas gaspille de matière
→ abaque

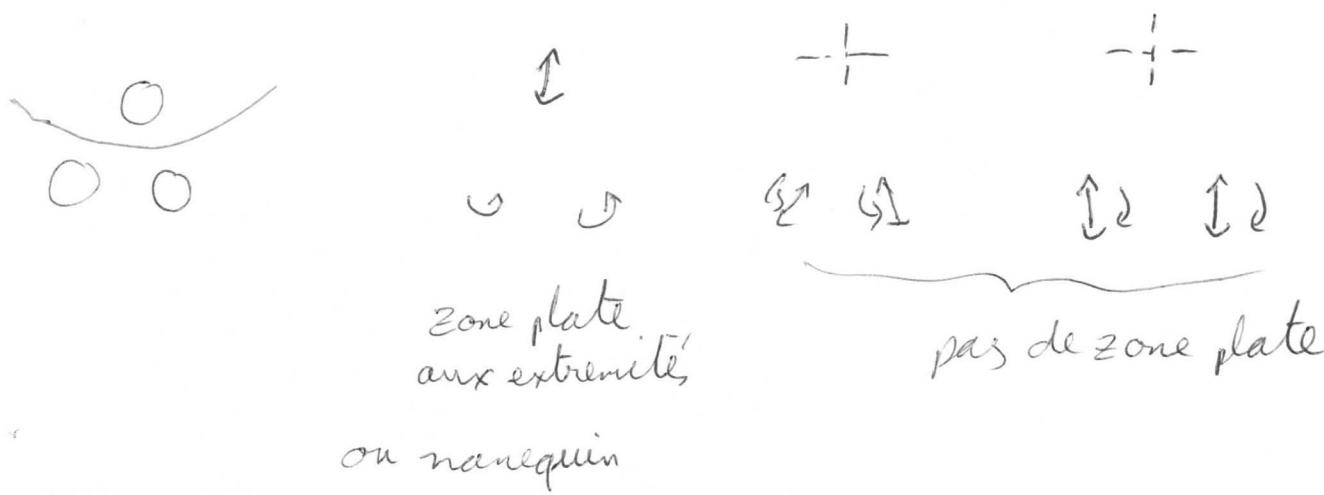
Matiériel : machine (ac buse mobile)
presse (pli simple) / grde longueur
+ poinçon
à galets QP → QP

Centrage pas d'angle, déf. progressive

Raison max, car c'est la déf. plastique des couches ext. qui fixent la déf.

$$R_{\max} \leq \frac{e}{2} \left(\frac{1}{\epsilon_{\text{d}}^{\text{pl}}} - 1 \right)$$

(+ abaques)



vitesse : 3 à 7 m/min

rouleaux bombés pour compenser flex.

possibilité de cônes.

lam à chaud : imprécis (taille, forme)
oxydat°

mais : grande déf, grande vitesse

⇒ décapage pr enlever calamine

⇒ dernier lam. à froid pr précision

cycl. de lam : subis effort + grande T°

⇒ ductile au coeur

→ très cher

→ entretien

→ petit cycl moins cher

mais : à petit

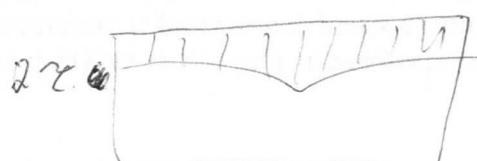
flexion →

⇒ multi-cycl

$$= \frac{Q}{g}$$

600 ... 1000 m/min

Etat de centre :



$$\sigma = 2\varepsilon \cdot e^{\left(\frac{Q_{uz}}{h}\right)}$$

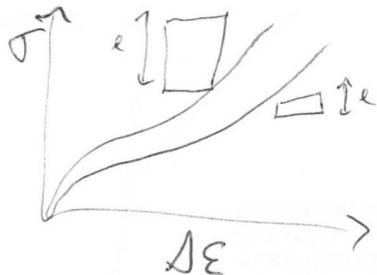


μ nécess. (entraînement)

rais $\mu \rightarrow \sigma \rightarrow \dots$ compris

Si $\epsilon \searrow$, $\sigma \nearrow$ pr une m déformat°

si $\Delta \epsilon \nearrow$, $\sigma \nearrow$



\Rightarrow c'est petit pr que α petit

$\frac{\Delta \epsilon}{\Delta \sigma}$ petit pr α petit

α petit $\Rightarrow \mu \searrow$ et $\sigma \searrow$

\Rightarrow nombreuses passes

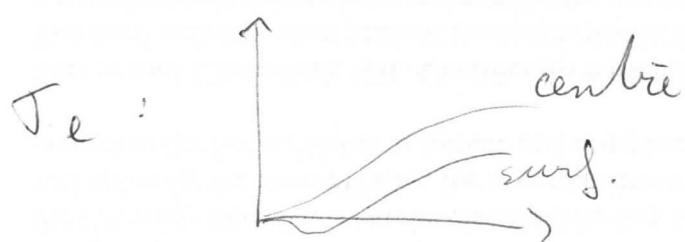
Trefilage - Étrage (on tire dessus)

faire un fil ou un tuyau
matériaux : résist à tract°
bonne qualité

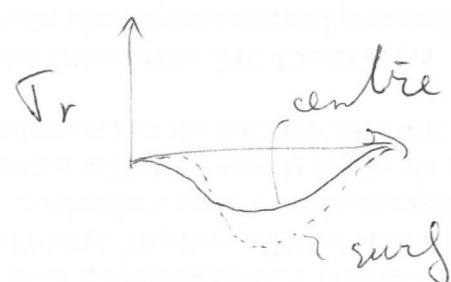
filière : géom important car
frot.
zones mortes

creux : centre - filière

Si on tire et pousse en m tps : tract° et
comp. \rightarrow mieux.

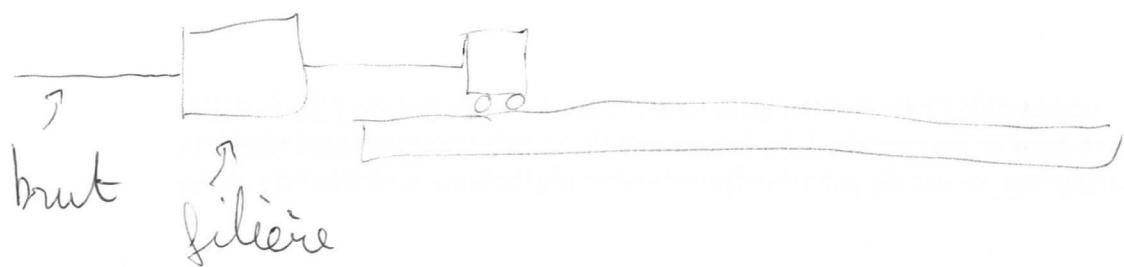


\rightarrow tension résiduelle
 \rightarrow on peut avoir un
fil carré au centre
(chevrons)



Trefilleuse : brut \rightarrow filière \rightarrow bobine
matériau

Étirage



⇒ chauffe des outils
calamine sur les fils

→ brassage

→ décap. chimique

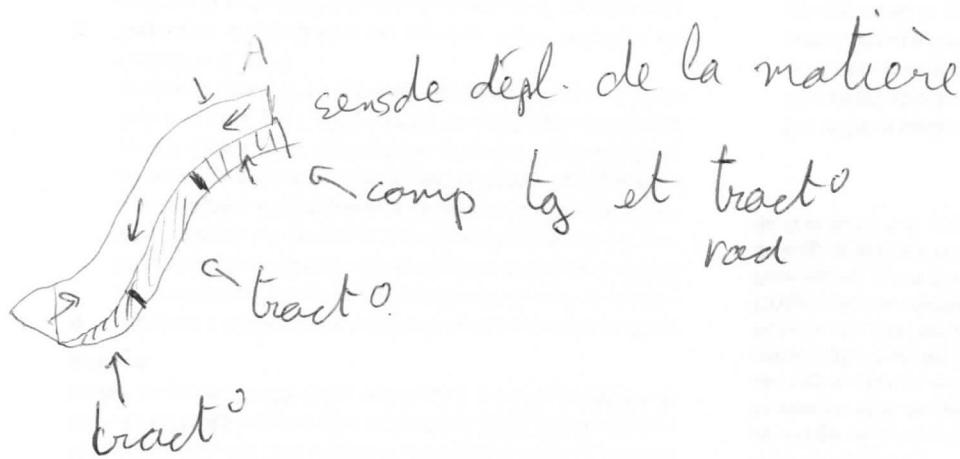
Dim , aspect , précision

⇒ on tronconne et on a plein de petits
pces

Emboutirrage

pincer des matrice

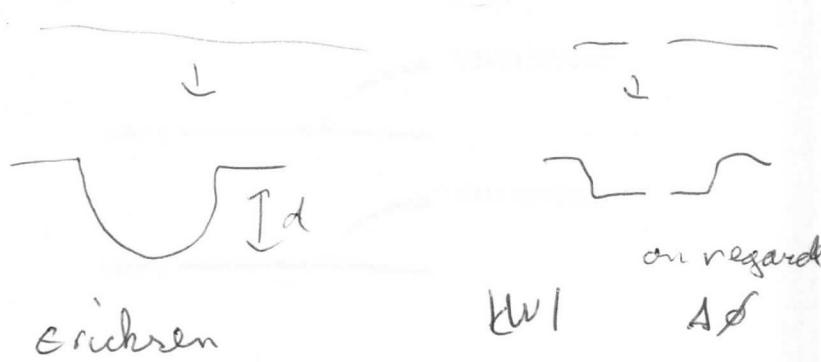
(\times plage : ici on déplace la matière)



Restrikt° : . h trop grand : plus et carrees en haut arrachement en bas

- si résist de la zone A trop grande en tract°, on défonce le fond
- si D flan >> d pce \Rightarrow serre-flan pour assurer les dim.

Érrais spécifiques

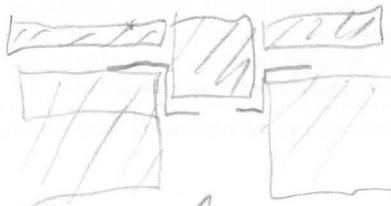


Flan : g.m. + marge (à couper après)
ou Abaques

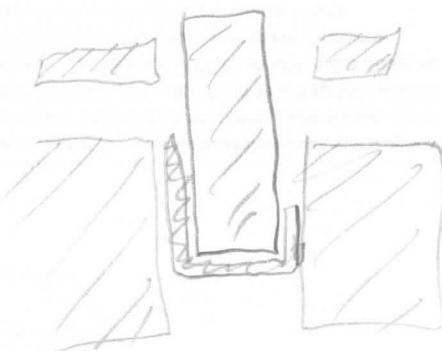
sol aux prob : plusieurs passes

Ten le poinçon et matrice : dépend du matériau
(écaillage)

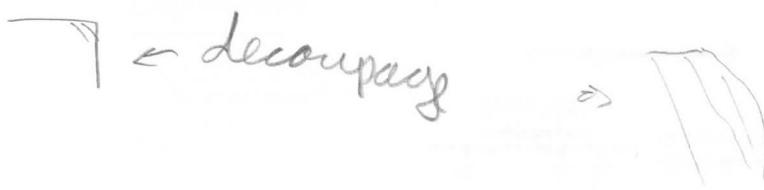
si faible : ↑ frot
cisaillage



faible : cisaillage



grand : déviat°
du poinçon



si trop grand :
pas de maintien
du serre-flane

lubrif : diminuer usure de l'outil
→ film plastique → ech ↓ , usure ↓

Si le complexe : flan complexe
pr faciliter le dépl des matériaux



coin bien fait.

on peut : utiliser du caoutchouc pr
déformer (percer pas cher)
ou mettre de la pression au lieu
d'une preuve

Extrusion / filage

on pousse la matière à travers la matrice.

- très grande réduct° de Ø
- pas de pinces pour tirer
- étape unique
- → des défauts

Directe : matière s'écoule de le sous du piston (front)

Inverse : on avance le piston, et la matière recule. Ce qui n'est pas déformé ne bouge pas (flambement, dimensions)

chev (cô pour la vis)

radiale : gainage de câbles

hydro : guidé par un liquide sous pression

Piston :  détalonnage : & frat.

Filière : précontrainte en compression

- pte au bon fini
- serrage & sans défauts
- grande précision
- usinage possible

forgage

froid ou chaud

cher ou pression

· bon frottement

Machine : monter à planche

cher

· matière ductile

· monter à planche

· 6 m/s

· dég en surface

pression

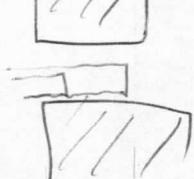
· 7 m/s

· hydro ou vécu

· dég au coeur de la pte

mais : limite de déformation^{to}
(de chauffe)

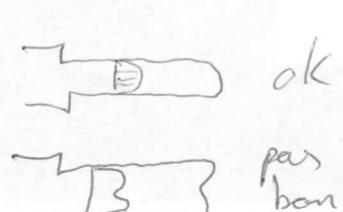
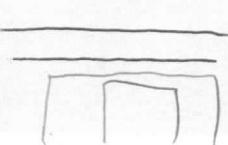
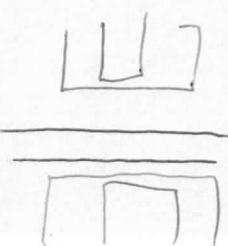
V/V Tas



ok



pas bon



ok

pas bon

bigrème : ↗ d'un anneau en Δ
(ou de D à 0)

rétrécie : ↘ d'un δ en allongeant l

⇒ filage cire.

Fluotournage (à terre - glaie)

Repoussage

fluo : usinage pur : $\epsilon \rightarrow 0$

repoussage : on couche une feuille de métal $\epsilon \approx \text{const}$

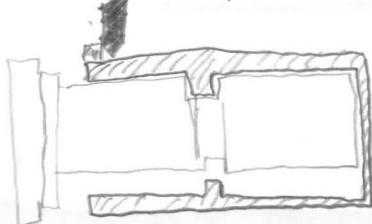
T-fluo conique : sur un mandrin conique glissement latéral d'anneaux sans changer leur ϕ



Cyl : pces très longues et minces
 $\epsilon \approx 0,1 \text{ mm}$

(en inverse : pces très longues)

Cas spécial : mandrin excentré



profil int particulier

râchine : grand effort radial

possibilité de former matériaux
réfractaires

- rapidité
- souplesse
- outils simples
- bon fibrage, érouv. à froid
- fini de surface
- contrôle auto des pas (si défaut, ce casse)
- précision au $\frac{1}{100^e}$ sur l'épaisseur
- éco. de matière

A chaud

(Θ)

(\oplus)

$\Delta E \gg$

(σ) \downarrow

- travail machine \downarrow
- défauts internes \downarrow
(fissures, inclusions...)
- peu d'économies
- convention de la ductilité

- prix
- oxydation
- décarburation
- précision \downarrow
- tensile, therm
- vitesse réduite
- outils cher
- grains \uparrow
(prop méca \downarrow)

A chaud

Can et foré

bon débouché

ratat. et cest temps

on plaque le moulé

besoin de bavure pr arriver bonne pte

· rapide

· fiable

· prix

machines : presse
galets

masse du lopin : masse finale + pertes (%)

selon du type de vaisselle

Plaque

$$M = M_{\text{el}} + M_{\text{pl.}}$$

$$= \int_{-\frac{e}{2}}^{\frac{e}{2}} y \sigma_x(y) b \cdot dy$$

↑ ép. ↓ larg.

$r_n = \text{rayon de } f_n$

$$\varepsilon_x(u) = \frac{y}{r_n} \quad \rightarrow dy = r_n d\varepsilon_x$$

$$M = b \cdot r_n^2 \int_{-\frac{e}{2} \varepsilon_x c}^{\frac{e}{2} \varepsilon_x e} \sigma_x(\varepsilon_x) \varepsilon_x d\varepsilon_x$$

$$= b \cdot e^2 \left(\frac{r_n}{e} \right)^2 \int \dots$$

$$= m b e^2$$

$$r_{\min} = r_n - \frac{e}{2}$$

$$r_n = \frac{y}{\varepsilon} = \frac{e/2}{\varepsilon_{\text{int}}}$$

$$= \frac{e}{2} \left(\frac{1}{\varepsilon_{\text{int}}} - 1 \right)$$

$$r_{\min} = \frac{e}{2} \left(\frac{1}{\varepsilon_{\text{int}}} - 1 \right)$$

Embout : 6 param

Ten poinçon - matrice

• 1,1 e pr Al, Cu

• 1,2 e pr Acier, duralu

• R matrice

import. pr répartit° des forces

$$2e < r < 0,8\sqrt{(D-d)e}$$

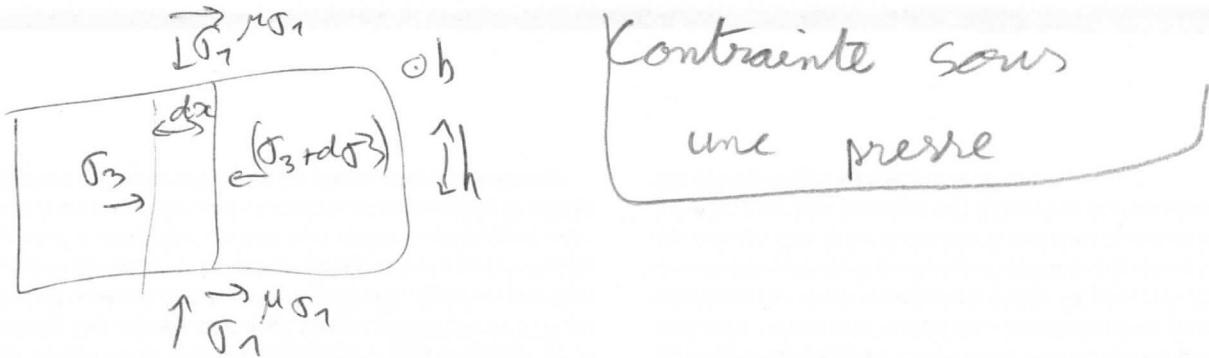
• R poinçon

3e à 5e

• Lub film plastique

• Cff. Serre-Flan (3 formules)

• Cff. embout



Contrainte sous
une pression

$$2 \cdot \mu \sigma_1 \cdot dx \cdot h = [\sigma_3 - (\sigma_3 + d\sigma_3)] h$$

$$2 \mu \sigma_1 dx = h d\sigma_3$$

$$\text{Tracé : } 2x = \sigma_1 - \sigma_3$$

$$\Rightarrow d\sigma_1 - d\sigma_3 = 0$$

$$\Rightarrow 2\mu \sigma_1 dx = h d\sigma_1$$

$$\frac{d\sigma_1}{dx} = \frac{2\mu}{h} dx$$

$$\sigma_1 = \text{cte} e^{\left(\frac{2\mu x}{h}\right)}$$

$$x=0, \sigma_3=0 \Rightarrow \text{cte} = 2 \sum p_l$$

$$\sigma_1 = 2x e^{\left(\frac{2\mu x}{h}\right)}$$

$$\mu > \tan \alpha$$