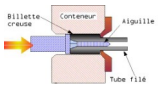
Filage - Extrusion



mercredi 19 mai 2021

U4 ETUDE DE PREINDUSTRIALISATION / COMPETENCES :

- C01. Proposer et argumenter des modifications de la pièce liées aux difficultés techniques et aux surcoûts de production.
- C03. Pour chacun des procédés visés, proposer un processus prévisionnel et des principes d'outillages associés.
- C04. Valider le choix du couple matériau - procédé d'élaboration au regard de la géométrie et des spécifications de la pièce à produire.
- C05. Spécifier les moyens de production nécessaires (machines-outils, outils, outillages…).
- C06. Établir les documents destinés aux partenaires co-traitants et sous-traitants.

. *BO ou Référentiel* : **BTS IPM 2005**

SAVOIRS / Niveau 2 : Expression

S7.1 Élaboration des pièces métalliques semi-ouvrées

• Principe physique associé au procédé.
• Principe des outillages.
• Limites et performances (matériaux, formes et précisions réalisables).
• Incidences sur le matériau et sur les procédés de transformations ultérieurs.
• Notion sur les coûts.

Pour les procédés suivants :

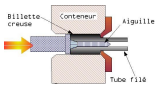
- moulage en moules non permanents et permanents ;
- déformation plastique : laminage, forgeage, estampage, matriçage, extrusion… ;
- déformation plastique des tôles : pliage, emboutissage… ;
- découpage, découpage fin, oxycoupage, découpage au jet d'eau haute pression, découpage au laser.

- **Décrire les principes de forgeage par filage et par extrusion**

Objectif Opérationnel

Document Professeur

Filage - Extrusion



mercredi 19 mai 2021

. ***SITUATION*** : Classe de Première Année de BTS IPM

. ***PREREQUIS*** : - Forgeage, généralités

. ***DONNEES DU PROBLEME, CONDITIONS DE REALISATION*** :

- ***DUREE*** : 1 Heure

. ***TRAVAIL DEMANDE*** :

- Définir le filage (Principe, mode opératoire, conception des filières)
- Enumérer les différentes techniques de filage
- Définir l'extrusion (Principe, mode opératoire)
- Citer les caractéristiques des pièces extrudées (Mécaniques, fibrage, précision)
- Citer quelques matériaux extrudables
- Donner quelques avantages économiques liés à l'extrusion

PLAN ET DEROULEMENT DE L'ACTIVITE :

. ***METHODE*** :

- *ACTIVITE (de Groupe, d'Equipe, Individuelle)* : - Cours

. ***MOYENS DIDACTIQUES*** :

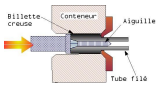
- *DOCUMENTS* : - Poly Cours
- *AUDIO-VISUELS* : - /
- *AUTRES* : - /
- *BIBLIOGRAPHIE* : - Mémotech : Procédés de mise en forme des matériaux Casteilla
  - Mémotech : Génie des matériaux Casteilla
  - Précis de construction mécanique Tome 2 Nathan
  - Cours ENSAM Lille
- *LIENS* : - http://fr.wikipedia.org/wiki/Filage_%28m%C3%A9tallurgie%29
  - http://www.heckler-ag.biz/
  - http://www.otto-junker.de/fr/general_information/index.php
  - http://www.alu-info.dk/html/alulib/modul/albook40.htm
  - http://www.techniques-ingenieur.fr/dossier/forgeage_a_froid_de_l_acier_choix_de_l_acier_et_procedes/M3085

EVALUATION DE L'ACTIVITE :

☐ . *Evaluation Formative*

☐ . *Evaluation Sommative*

Document Professeur



Filage - Extrusion

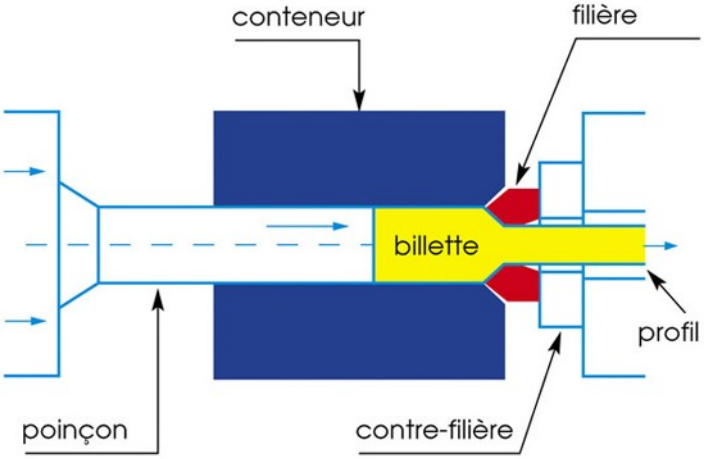
1. LE FILAGE

Le **filage** est une méthode de mise en forme des métaux par forgeage. Elle consiste à pousser un matériau ductile (rendu ductile par chauffage) à travers un trou, ou **filière**. Cette méthode permet d'obtenir des produits longs qui peuvent être de formes simples (barre, tube) ou plus compliquées (profilé pour l'aéronautique ou le bâtiment).

La poussée permettant la déformation est généralement fournie par des presses hydrauliques.

1.1 Principe

Le filage consiste à placer du métal solide chauffé à la température dite de filage dans un outillage appelé généralement conteneur et de la faire ressortir par un orifice (une filière) plus petit en exerçant une poussée. À partir d'un certain effort, il y a écoulement plastique à travers le filière.



Il est possible de filer un grand nombre de métaux : alliages d'aluminium, aciers, alliages de cuivre, alliages de magnésium

1.2 Mode opératoire

Les différentes étapes du filage sont :

- Chauffage de la billette à environ 500°c (Cas de l'alu) et préparation de la filière
- Chargement de la billette dans la presse
- Extrusion du profilé par poussée à travers la filière
- Refroidissement et traction du profilé et mise en longueur
- Traitement thermique au four permettant au profilé d'obtenir ses caractéristiques mécaniques

1.3 Conception des filières

La filière est un outil dont la conception ne cesse d'évoluer. La configuration des profilés demandés par l'industrie et les bureaux d'étude est toujours plus sophistiquée. La connaissance des problèmes d'écoulement de l'alliage à chaud connaît un progrès incessant. C'est pourquoi le potentiel de développement technique et économique du filage se situe en grande partie au niveau de la conception des filières. Ainsi les fileurs on mit au point des filières multi-écoulement permettant d'extruder jusqu'à 12 profilés identiques, en une seule opération de filage.

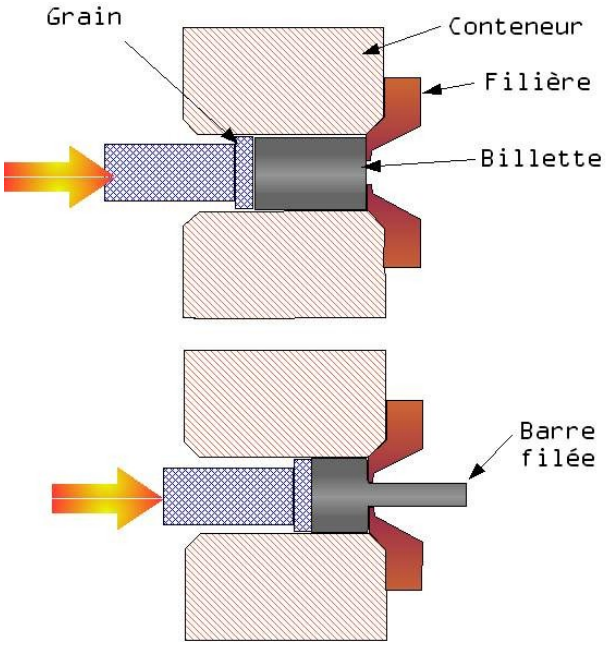
Les filières sont réalisées en CFAO par électroérosion avec une précision de l'ordre du micron. Les aciers utilisés pour la fabrication des filières contiennent du chrome avec addition de molybdène, tungstène ou vanadium et possèdent une résilience très élevée avec une grande résistance au fluage. Les bords de la filière, les plus sollicités lors du filage, sont durcis par nitruration pour augmenter leur durée de vie, soit environ 20 tonnes d'alliages extrudés. Cette complexité de fabrication des filières, impliquant en principe le filage de grandes séries, n'exclut pas pour autant la mise au point de filières destinées à l'extrusion de petites séries à des coûts très étudiés.

1.4 Les différents types de filage

1.4.1 Le filage direct

La **billette** (cylindre plein de métal) de métal préalablement chauffée est placée dans le **conteneur**. Un poinçon exerce une poussée. Le métal est d'abord plaqué contre la **filière** et file à travers la filière en prenant sa forme définitive.

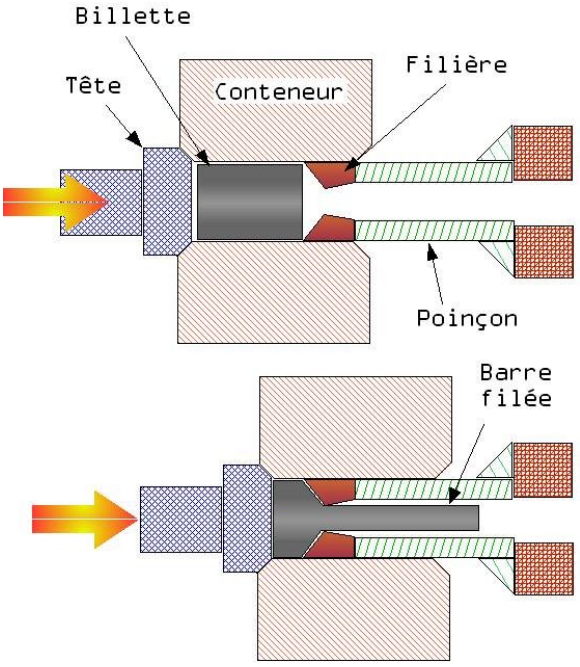
C'est le procédé de filage le plus simple. Il présente des inconvénients principalement à cause du frottement du métal sur la surface interne du conteneur. Ce frottement pouvant avoir des conséquences sur les outillages eux-mêmes mais également sur la structure du métal. La maîtrise de la lubrification modère cet inconvénient (Graphite ou savon)



1.4.2 Le filage inverse

Dans le cas du filage inverse, la filière est placée à l'extrémité d'un poinçon. La billette chauffée est placée dans le conteneur. L'on plaque une tête sur le conteneur. C'est donc l'ensemble, billette, conteneur et tête qui avance vers la filière. Le métal file à l'intérieur du poinçon.

Le gros avantage de la méthode réside dans la suppression des frottements entre la billette et le conteneur. L'effort de filage est minoré ce qui permet l'utilisation de presses de moins forte puissance. L'absence de frottement supprime une partie des échauffements ce qui permet une meilleures maîtrise de la structure métallique et limite le risque de défauts de surface. Il est plus facile de maîtriser les tolérances géométriques.



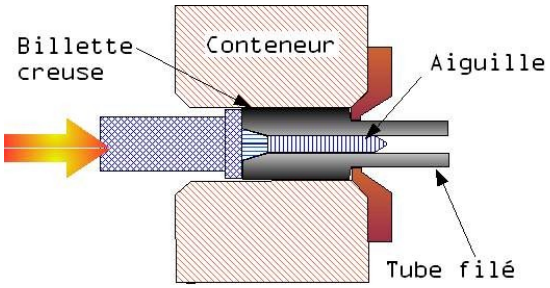
L'inconvénient provient du poinçon qui compte tenu de sa forme creuse est plus fragile et travaille au flambage. De plus le montage des outillages est plus complexe et nécessite des alignement plus rigoureux que la méthode en direct. De plus, le nombre de formes possibles est plus limité que dans le cas du filage direct.

1.4.3 Le filage sur aiguille

Le filage sur aiguille permet de filer des tubes. Le matériau de départ est une billette évidée. Elle peut être évidée par perçage, usinage ou forgeage.

Le poinçon est équipé d'une aiguille qui est emmanchée sur la billette creuse. En poussant dans la filière, le métal est contenu entre la filière et l'aiguille. On obtient un tube monobloc sans soudure.

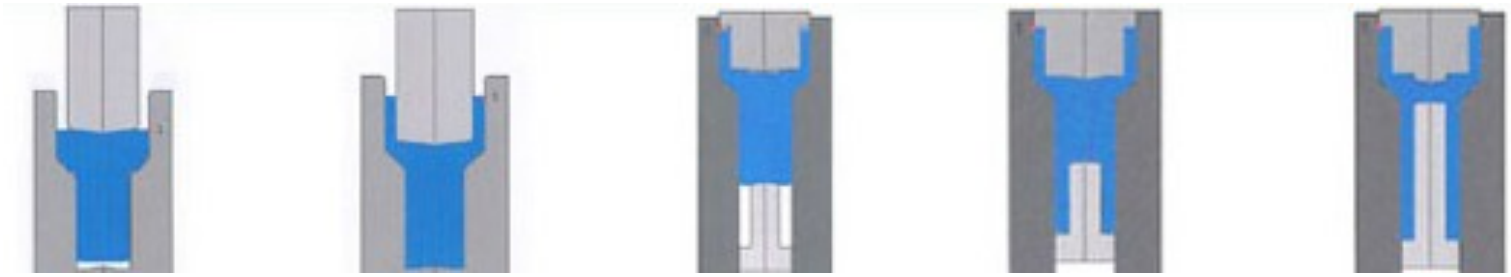
Il existe une variante dite filage sur nez d'aiguille où l'aiguille est fixe.



2. L'EXTRUSION

L'extrusion est une opération de formage qui consiste à faire écouler le métal entre un poinçon et une matrice de forme appropriée.

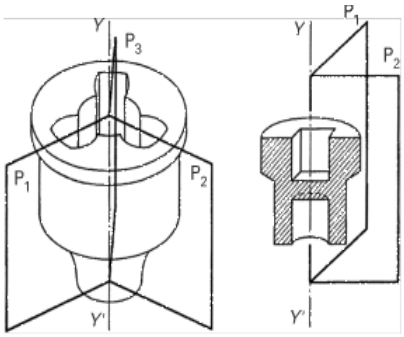
Cette opération s'effectue principalement à température ambiante. Dans certain cas où le métal est préchauffé, l'opération est dite « à mi-chaud »



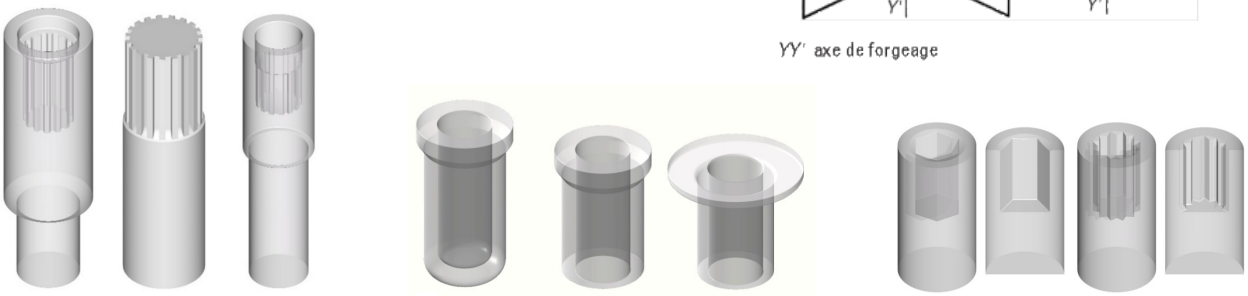
2.1 Principe

Le **forgeage à froid** , ou **extrusion** , consiste à réaliser des pièces en forçant, à l'aide d'outils, le métal à s'écouler dans une ou plusieurs directions. Les pressions sur les outils peuvent dépasser 2 GPa et les efforts latéraux résultant d'une dissymétrie notable condamneraient les outillages dont la **résistance** n'est pas suffisante, ce qui constitue la principale limite d'utilisation.

Généralement, les pièces concernées présentent au moins deux plans de symétrie dont l'intersection constitue l'axe de forgeage. Les formes polygonales diverses et cylindriques de révolution peuvent être combinées sur une même pièce si elles conservent soit le même axe, soit une symétrie dans la distribution de leurs axes



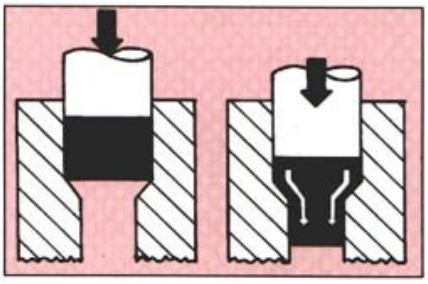
YY' axe de forgeage



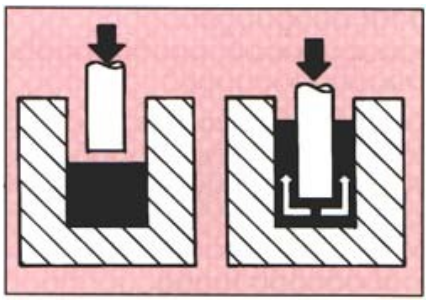
Cependant, force est de constater une tendance très nette en faveur des pièces extrudées à froid dont la géométrie affiche une complexité accrue. Les raisons en sont le moindre coût engagé ainsi que les avantages en termes de qualité par rapport aux autres techniques de formage à froid.

2.2 Les différents types d'extrusion

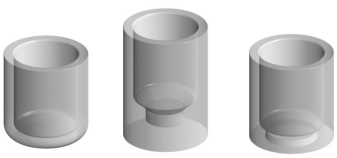
En fonction de l'écoulement des produits on parlera d'extrusion vers l'avant ou vers l'arrière. Il est d'ailleurs possible de combiner les deux techniques d'extrusion durant la même phase de travail. A cela s'ajoute l'extrusion transversale qui se caractérise par l'écoulement transversal des matériaux en direction du poinçon. En règle générale, les pièces sont phosphatées et graissées avant l'opération de moulage de manière à réduire les frottements.

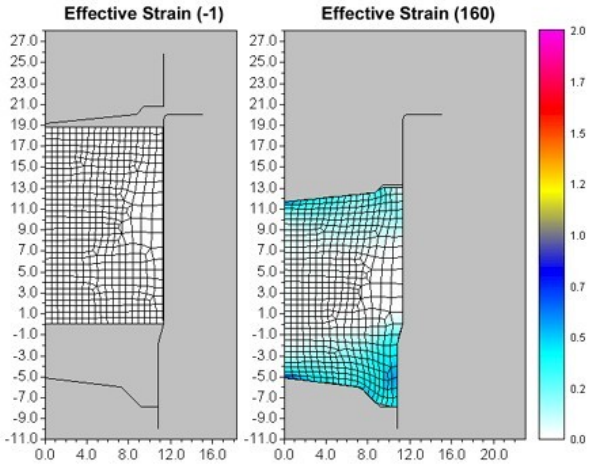


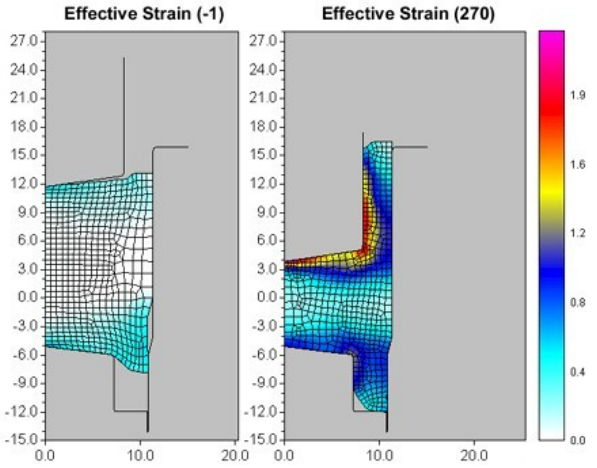
Vers l'avant

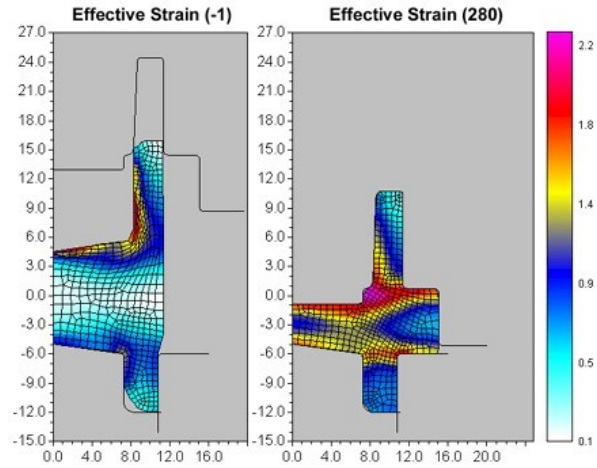


Vers l'arrière









2.3 CARACTERISTIQUES MECANIQUES DES PIECES EXTRUDEES

Lors de la déformation suite à l'extrusion à froid il se produit un écrouissage qui entraîne une modification fondamentale des caractéristiques mécaniques du matériau.

La résistance à la rupture et la limite d'élasticité augmentent alors que la déformation relative et le coefficient de striction diminuent. Il est ainsi possible d'obtenir les mêmes caractéristiques mécaniques avec des aciers à faible teneur en carbone que celles des aciers alliés.

En cas de très forte sollicitation, il a été démontré que la résistance à la fatigue et par conséquent la durabilité de pièces extrudées à froid est considérablement plus élevée que celle des pièces usinées, frittées ou même soudées.

2.4 FIBRAGE DES PIECES EXTRUDEES

Lors du formage à froid, un fibrage correspondant au sens de déformation de la matière se crée dans les pièces extrudées.

Ceci a une grande influence sur les caractéristiques mécaniques des pièces finies, en particulier en termes de résistance aux efforts alternés. Lors de la conception et de la fabrication de pièces extrudées, il est important de veiller à ce que le sens du fibrage soit ajusté et corresponde au sens de contrainte de la pièce.

2.5 PRECISION DES PIECES EXTRUDEES

Un grand nombre d'éléments influencent l'exactitude de la forme, de la position et des cotes. Les facteurs majeurs sont en l'occurrence la perfection de l'outillage ainsi que la répartition de la matière respective. Lors de la fabrication de formes particulières il n'est pas toujours simple de choisir les mesures de la première ébauche, de manière à ce que la matière déplacée remplisse entièrement la matrice d'emboutissage.

Valeurs des défauts moyens

- 0,1 mm suivant les diamètres
- 0,5 mm suivant les longueurs

2.6 Matériaux extrudables

2.6.1 ACIER FORMABLE POUR L'EXTRUSION:

Les types d'acier particulièrement appropriés pour l'extrusion à froid sont ceux qui à l'état recuit modelable présentent une limite d'élasticité très faible ainsi qu'une expansion élevée pour une courbe d'écoulement aussi plate que possible. Dans la pratique cela signifie que les aciers à faible teneur en carbone (< 0,5%) sont plus adaptés au formage à froid.

C 8 C (QSt 34-3)	C 10 C (QSt 36-3)	C 15 C (QSt 38-3)
C 10	C 4 C (QSt 32-3)	DD 13 (STW 24)
DC 04	C 15	C 35
C 45	C 40	C 60
C 10 E	C 10 E2C	C 15 E2C (Cq15)
C 15 E	C 35 EC	C 45 EC
16 MnCr 5	16 Mn CrS 5	DD 11 (STW 22)
DD 12 (RRSTW 23)	DD 14	DC 01
DC 03	DC 05	DC 06
C 15 R	C 10 R	16 MnCrB 5
19 MnB 4	35 B 2	20 MnB 4
C 2 C	C 17 C	C 20 C
8 MnSi 7	16 MnCr 5	16 MnCrS 5
16 MnCrB 5	C 35 RC	C 45 RC
S 235 JRG2C	S 355 J2G3C	

2.6.2 ALLIAGE D'ALUMINIUM FORMABLE POUR L'EXTRUSION:

L'aluminium est formable à froid et possède des caractéristiques remarquables pour certain produits, de sorte que l'aluminium peut être considéré comme une alternative. Le taux de recyclage de quasiment 100 % en matériau brut de qualité comparable contribue très fortement à la préservation de nos ressources naturelles. Sa légèreté permet une économie d'énergie en particulier dans la construction automobile (le poids de l'aluminium ne représente qu'un tiers du poids de l'acier).

Al 99,5	Al 99,7	Al 99,8
AlCuMgPb	AlCu6BiPb	AlCuSiMn
AlMn1	AlMg1	AlMg5
AlMgSiPb	AlMgSi0,5	AlMgSi1Cu
AlMgSi1	AlZnMgCu0,5	AlZn1
AlZnMgCu1,5		

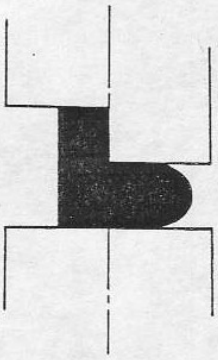
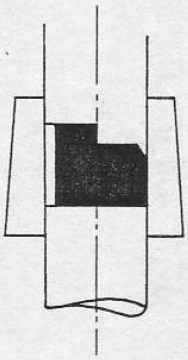
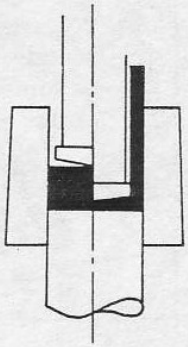
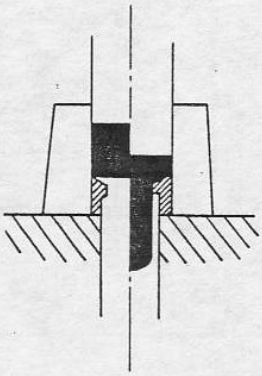
2.7 RENTABILITE ECONOMIQUE DE LA TECHNIQUE D'EXTRUSION:

Les pièces extrudées se distinguent par toute une série de caractéristiques significatives telles qu'une grande résistance, une bonne qualité de surface et la précision des cotes. Du fait de l'exploitation maximale de la matière et de la forte automatisation des processus de production, l'extrusion à froid peut être qualifiée de procédé de fabrication très rentable sur le plan économique.

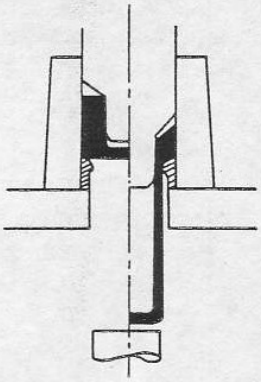
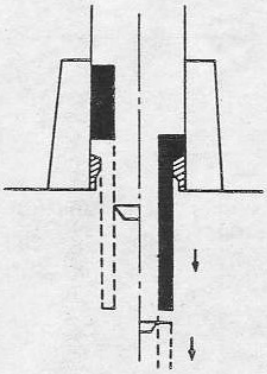
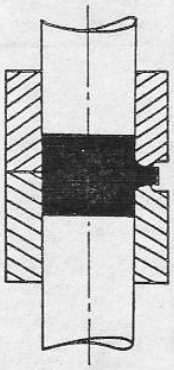
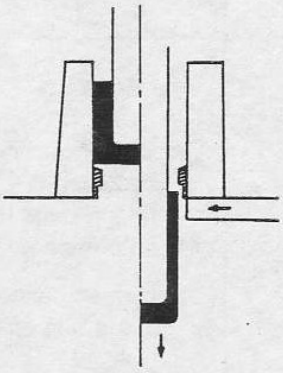
La rentabilité économique de l'extrusion est déterminée par plusieurs facteurs :

- Matière première
- Nombre de pièces
- Forme des pièces
- Coûts du développement est de l'équipement

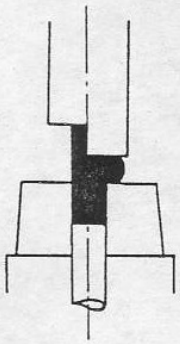
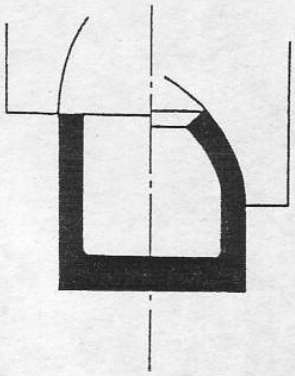
Filage et Extrusion
Principaux types de déformation

		Définitions
Ecrasage		Déformation d'un lopin dans la direction de son axe par compression entre deux tas plats pour régulariser sa géométrie.
Préformage		Déformation d'un lopin dans une matrice par compression sous l'action d'un poinçon.
Filage inverse		Opération qui consiste à faire s'écouler le métal le long, autour ou à l'intérieur, du poinçon dans le sens contraire de son avance.
Filage direct		Opération qui consiste à faire s'écouler le métal au travers d'une filière, dans le sens de déplacement du poinçon. L'ensemble de la matière ne traverse pas la filière.

Filage et Extrusion
Principaux types de déformation

Filage direct creux (avec ou sans fond)		Opération identique au filage direct, mais appliquée à des corps creux obtenus par filage inverse. La pression du poinçon s'exerce sur la collerette.
Filage direct en enfilade		Opération identique au filage direct creux. Mais l'ensemble de la matière traverse la filière, chaque pièce étant poussée par la suivante.
Filage latéral		Opération dans laquelle la matière est forcée de s'écouler latéralement au travers d'un orifice ménagé dans la paroi de l'outillage.
Etirage		Opération qui consiste à réduire l'épaisseur de paroi d'un corps creux en le forçant au travers d'une filière. La pression du poinçon s'exerce au fond du corps creux, la matière traverse entièrement la filière.

Filage et Extrusion
Principaux types de déformation

Refoulage		Opération qui consiste à écraser dans la direction de son axe, une partie libre d'un lopin, ou d'une pièce, afin de former une tête ou une collerette.
Calibrage		Opération de finition qui consiste à réduire les tolérances de l'ébauche.
Ogivage		Opération de rétreint sur l'extrémité ouverte d'une ébauche creuse.