



## **EXTRUSION**

---

<i>Niveau :</i>	Baccalauréat Professionnel Plasturgie
<i>Date :</i>	2008
<i>Durée :</i>	heures
<i>Condition :</i>	Classe entière
<i>Salle :</i>	Salle de cours
<i>Ressources :</i>	Ordinateur portable, Vidéoprojecteur et accès Internet
<i>Pré-requis :</i>	Vidéo médiaplast « Extrusion »

**Objectifs :**

- 
- 

*Savoirs associés :*

S.

*Evaluation :*



# **EXTRUSION**

---

## **Introduction**

On appelle boudinage ou extrusion le procédé qui consiste à forcer à travers une filière, une matière plastifiée et homogénéisée au moyen d'une vis tournante dans un fourreau.

L'extrusion est une très vieille technique, connue depuis très longtemps pour la fabrication des produits alimentaire : pâtes...

En 1879, les extrudeuses à vis font leur entrée. Mais c'est seulement en 1939 que la première extrudeuse pour thermoplastique a été mise au point, par une société allemande. Cette extrudeuse était de conception très novatrice et a longtemps servi de référence : chauffage électrique, refroidissement par air, régulation de la température, vitesse de vis variable...



## **EXTRUSION**

### **Principe de l'extrusion**

L'Extrusion est un procédé de transformation en continu. Cela consiste à introduire le plastique sous forme de poudre ou de granulés dans un cylindre chauffant à l'intérieur duquel il est poussé par une vis sans fin. En avançant, la matière ramollit, se comprime, puis passe à travers une filière qui lui donne la forme souhaitée.

*En d'autres termes :*

L'extrusion est une technique de transformation des matières thermoplastiques qui permet d'obtenir des objets finis ou semi-ouvrés par un processus technologique continu.

Cette technique permet à partir d'outillages différents de fabriquer des produits tels que : profilés, plaques, feuilles, films, câbles, corps creux, granulés...

La presque totalité des matières thermoplastiques est au moins extrudée une fois lors de sa préparation, mais seulement une partie en sort sous forme d'objets finis.



### **L'ESSENTIEL**

- Elle transporte le long du cylindre la matière du point d'alimentation à la filière
- Elle plastifie la matière grâce au malaxage et à la chaleur apportée de l'extérieur
- Elle augmente progressivement la pression de la matière et la force à passer par la filière qui lui donne la forme figée ensuite par le refroidissement.

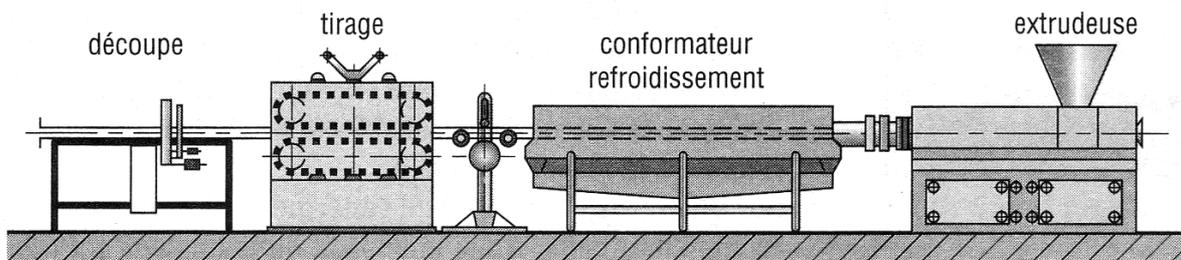


## EXTRUSION

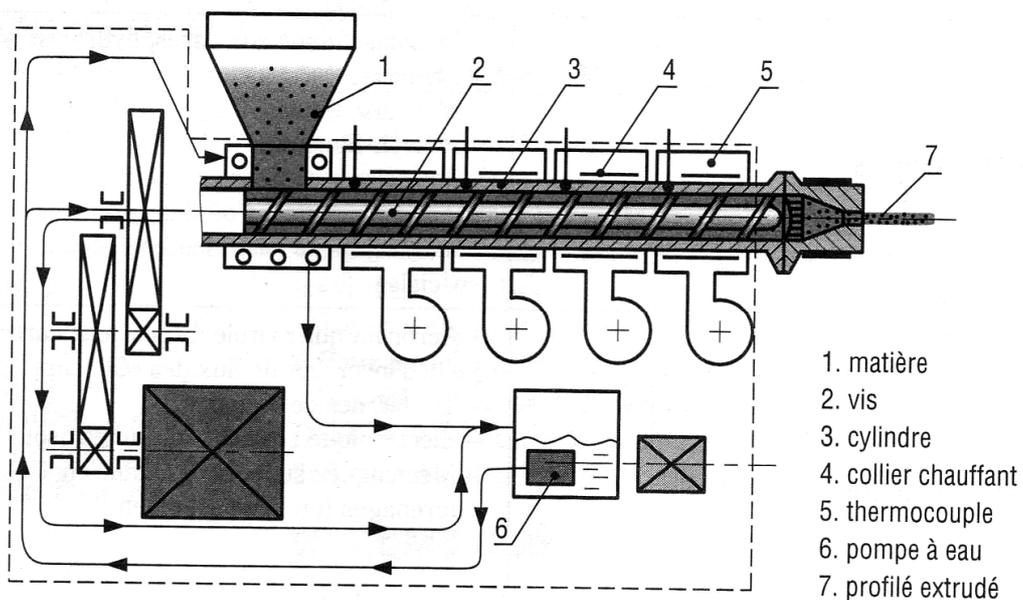
### Composition d'une ligne d'extrusion

Les lignes d'extrusion se composent généralement de la façon suivante :

- Une ou plusieurs extrudeuses, mono-vis ou bi-vis
- Une filière d'extrusion
- Un dispositif de conformation
- Un bac de refroidissement
- Un banc de tirage
- Un banc de découpe
- Un banc de réception ou enrouleur

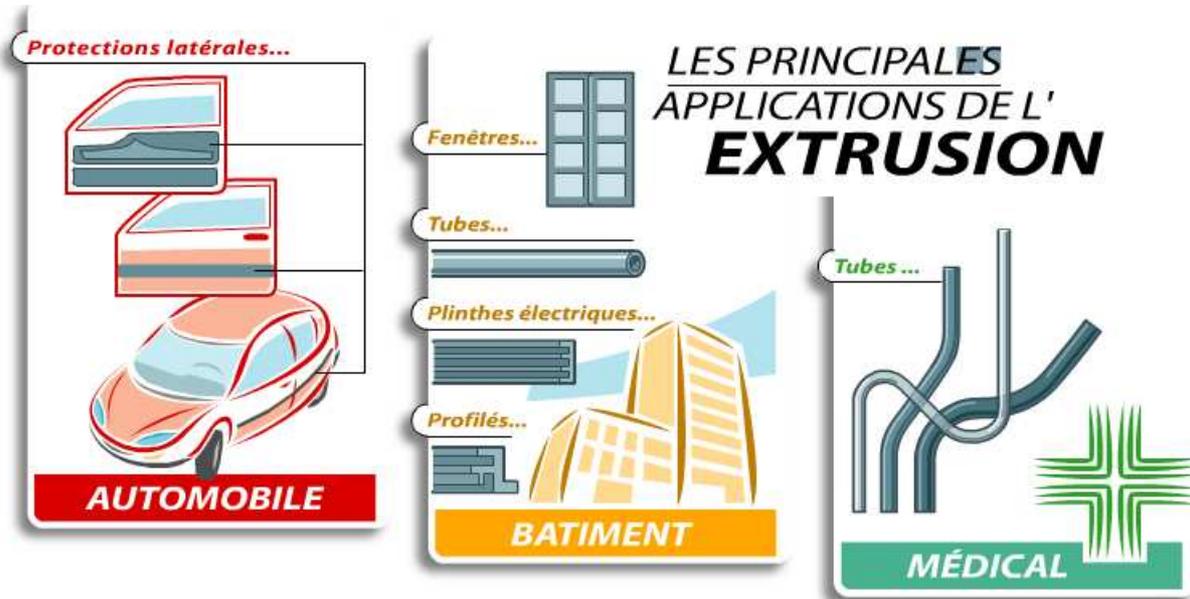


### Détails Extrudeuse / Boudineuse





## Les applications



Les matières thermoplastiques extrudées au travers d'une filière donnent de multiples profilés adaptés à des secteurs tels que :

- le bâtiment,
- l'ameublement,
- l'automobile,
- les loisirs et l'agriculture,
- le médical,
- l'électronique,
- la communication,
- l'aéronautique,
- la signalisation...



## **EXTRUSION**

---

- *Bâtiment et ameublement*

La multiplicité des cas à résoudre par une fenêtre PVC fait appel à des gammes très larges de profilés complémentaires et souvent complexes, l'aptitude du procédé d'extrusion à répondre à ce type d'exigence explique l'engouement du bâtiment pour les profilés extrudés.

Portails, clôtures, revêtements muraux, volets roulants, plinthes, goulottes électriques et chemins de câbles sont également conçus grâce au principe de l'extrusion.

- *Automobile*

Les protections latérales et gaines pour faisceaux électriques, éléments constitutifs d'un véhicule, sont des profilés.

- *Loisirs et agriculture*

Les skieurs connaissent les piquets de slalom réalisés en matières plastiques.

Le principe de fabrication est identique dans le domaine du jardinage pour les serres, les bâtiments d'élevage, le mobilier de jardin, les panneaux publicitaires à lamelles pivotantes...

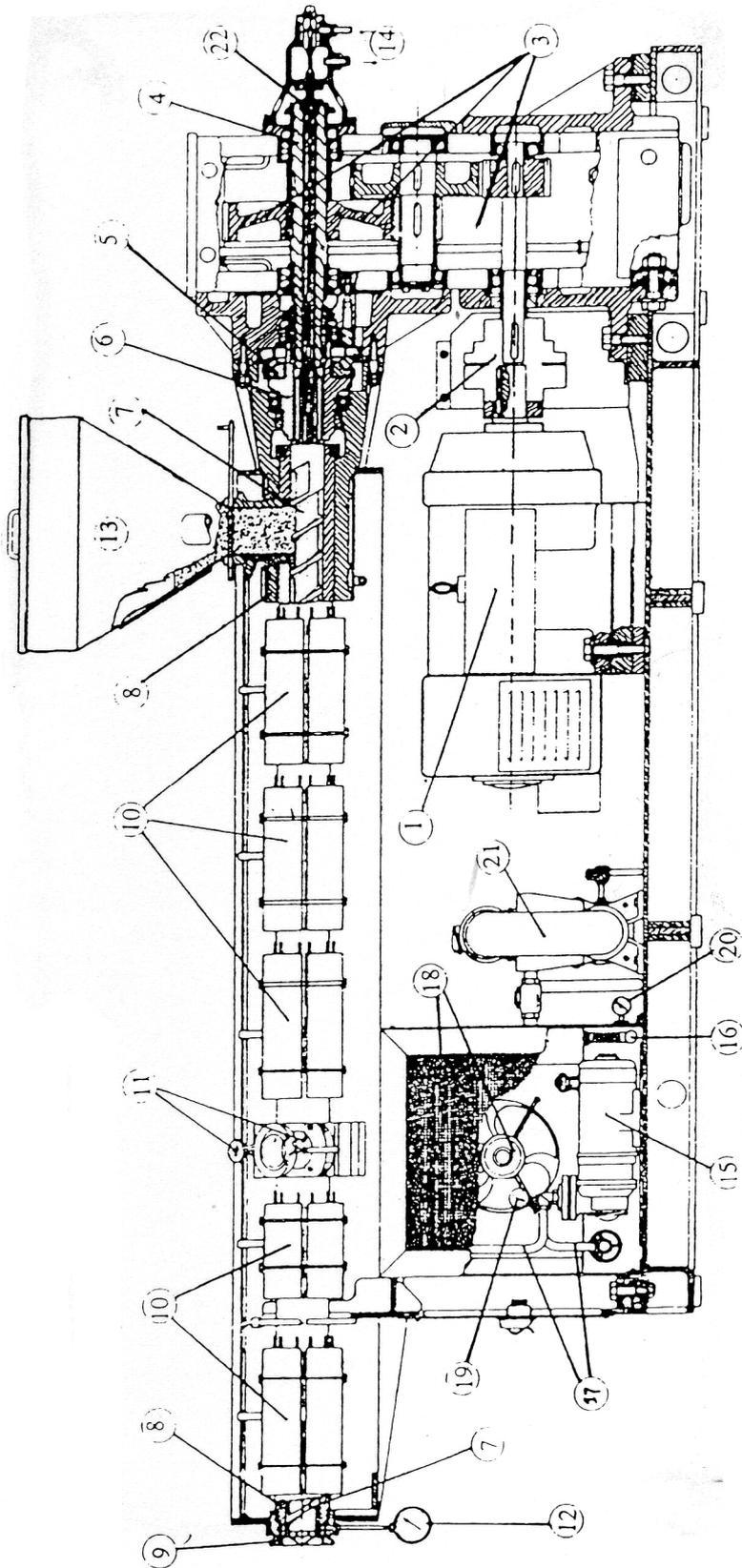
En résumé, les profilés sont des produits intégrés dans notre quotidien. Leurs performances contribuent à améliorer notre qualité de vie.





# EXTRUSION

## Extrudeuse mono-vis





## Détails

1. Moteur électrique
2. Système d'accouplement
3. Réducteur de vitesse
4. Arbre de commande de la vis
5. Cage de la butée
6. Arbre porte vis
7. Vis d'extrusion
8. Fourreau d'extrusion
9. Tête du fourreau
10. Collier chauffant
11. Dispositif de dégazage
12. Capteur de pression
13. Trémie d'alimentation
14. Arrivée et départ du fluide de régulation de température de la vis
15. Pompe de circulation du fluide de régulation de la vis du fourreau
16. Bac d'huile calorifère pour régulation de la vis
17. Tuyauteries et circulation d'huile
18. Ventilateur et échangeur pour refroidissement d'huile
19. Manomètre de pression d'huile
20. Thermomètre de température d'huile
21. Groupe moto-pompe de dégazage
22. Tubes de circulation du fluide de régulation de la vis, avec indicateur de vide



## Principaux éléments des extrudeuses monovis

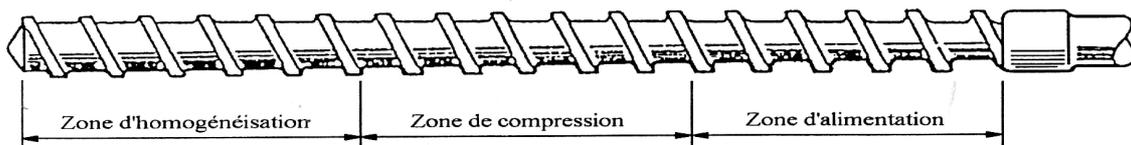
L'extrudeuse monovis se compose de 5 modules :

- La vis-cylindre et son équipement
- La tête d'extrusion porte filière
- La centrale de commande et de contrôle
- Le groupe moteur
- Le châssis

### A. La vis

La vis représente l'élément principal de l'extrudeuse. Elle est caractéristique à chaque matière, à chaque machine. Elle tourne à l'intérieur d'un cylindre chauffé et elle est entraînée par un moteur électrique.

- Le jeu entre le sommet des filets de la vis et le cylindre varie de 0.8 à 0.12 mm pour les diamètres de vis inférieurs à 40 mm
- La longueur de la vis est exprimée en nombre de diamètres. Elle se situe entre 20 et 35 fois le diamètre.
- Les vis sont en acier allié à haute résistance à la fatigue.
- La vis se compose de 3 zones différentes :



- une zone d'alimentation :

Transport solide des granulés  
Assure le débit matière

- une zone de compression :

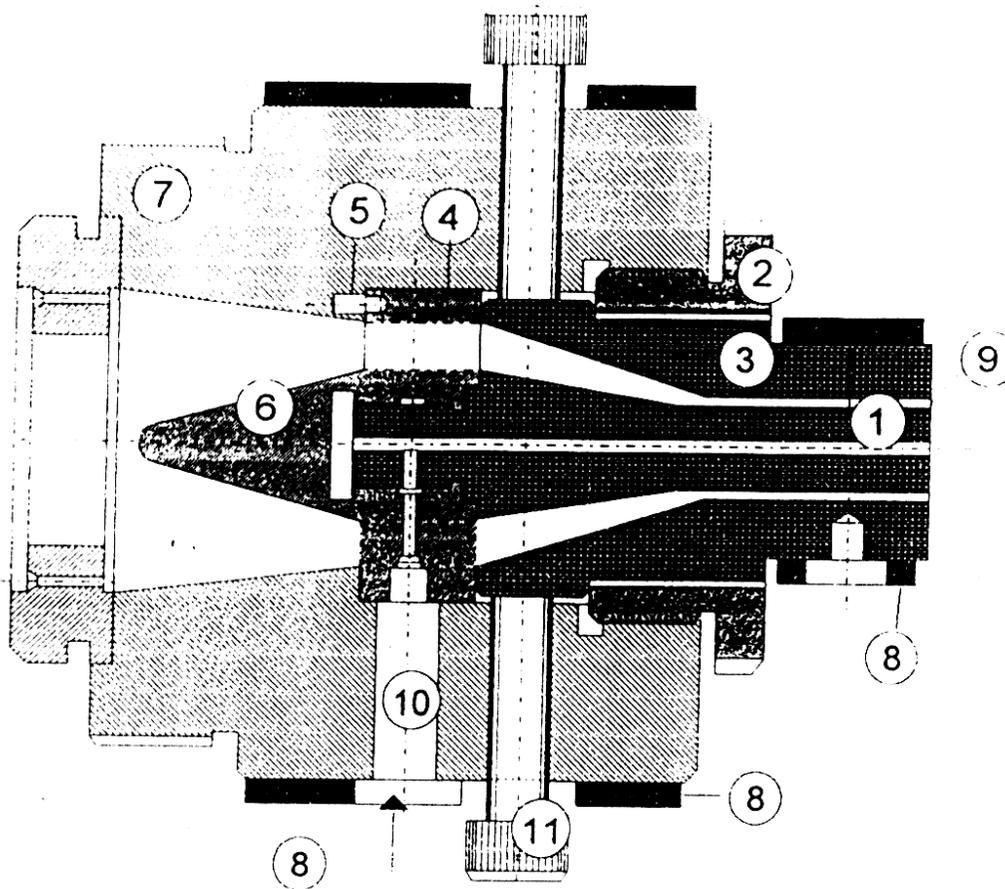
Fusion de la matière

- et une zone d'homogénéisation :

Transport liquide, donne la régularité du débit



## B. La tête d'extrusion porte filière



1. Poinçon
2. Bague de serrage de la filière
3. Filière
4. Entretoise porte-poinçon ou étoile
5. Goupille de positionnement du porte-poinçon
6. Nez profilé du porte-poinçon
7. Corps de la tête d'extrusion
8. Colliers chauffants
9. Entrefer
10. Prise d'air pour gonflage
11. Vis de réglage de positionnement du poinçon



## **EXTRUSION**

Le rôle de la tête d'extrusion est de laisser passer la matière plastifiée par la filière qui lui donne la forme de la section voulue.

Entre le cylindre et la tête est fixé le porte-tamis, appelé aussi la grille de répartition. Il se place à la jonction tête / fourreau.



- Elle assure le filtrage des impuretés. Il existe des tamis de différentes tailles de maille afin d'améliorer la filtration
- Elle augmente la pression en bout de vis (obstacle à l'écoulement de la matière)
- Elle régularise le flux de matière (casse le flux hélicoïdale de la matière)
- Elle assure la jonction : c'est un élément d'étanchéité et de centrage entre la tête et le fourreau.

### **C. Filières**

La filière est l'outil qui donne la forme au flux de la matière plastifiée, afin d'obtenir le profil demandé. Elle est amovible et doit se démonter facilement pour être nettoyée ou changée. On peut classer les filières de la façon suivante :

- Filières sans poinçon pour les profils pleins (joncs, fils, plaques)
- Filières avec poinçon pour les profils creux (tube à section circulaire, rectangulaire, paraisons, gaines).
- Filières avec poinçon monté sur tête d'équerre pour la réalisation de gainage de câbles, de gaines gonflées.
- Filières pour la coextrusion (à entrées multiples pour les profils pleins, pour le gainage et pour l'extrusion de films)

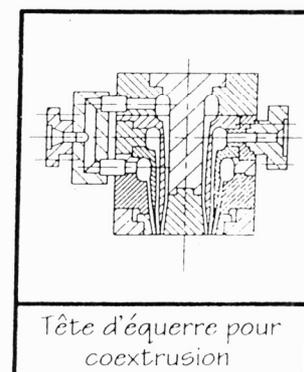
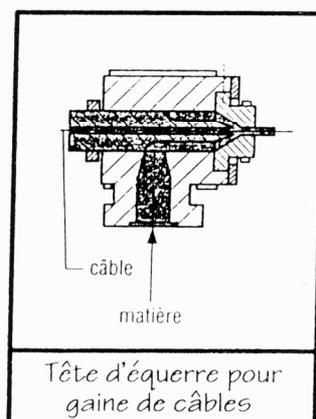
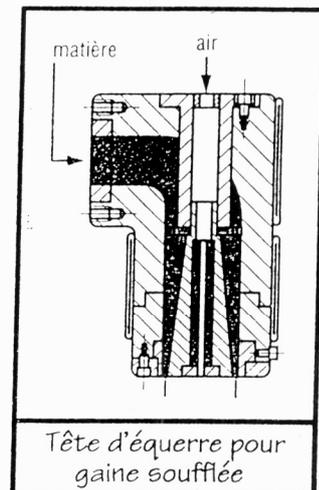
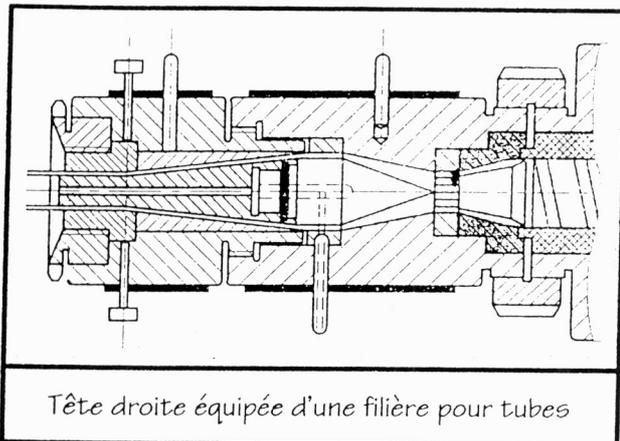


## EXTRUSION

### D. Types de tête d'extrusion

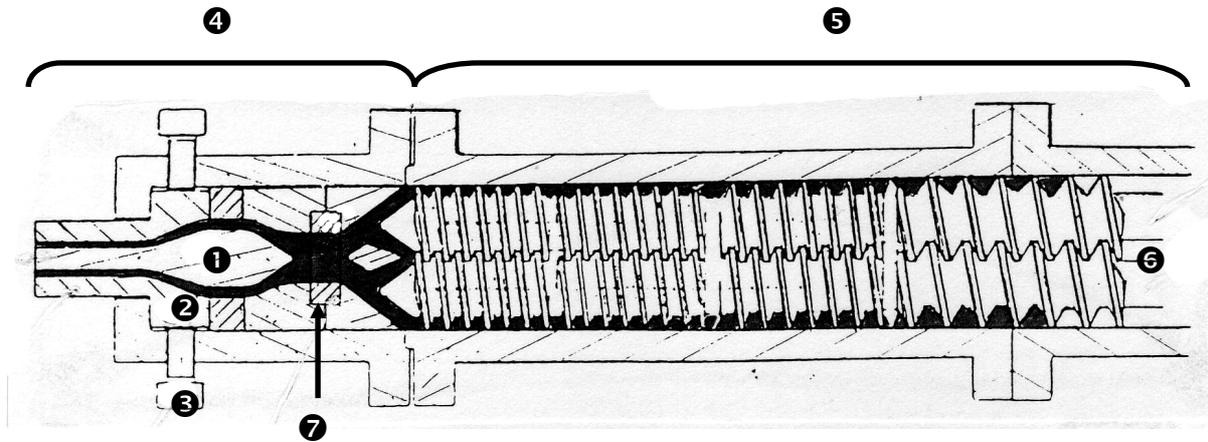
On distingue 4 types de têtes d'extrusion :

- La tête d'extrusion droite pour la fabrication des profilés et des tubes
- La tête d'équerre verticale pour l'extrusion soufflage et l'extrusion gonflage
- La tête d'équerre horizontale ou oblique pour le recouvrement des câbles
- Les têtes spéciales pour l'extrusion de feuilles et de plaques (tête plate), l'enduction de papier et la coextrusion.





## Extrudeuse bi-vis

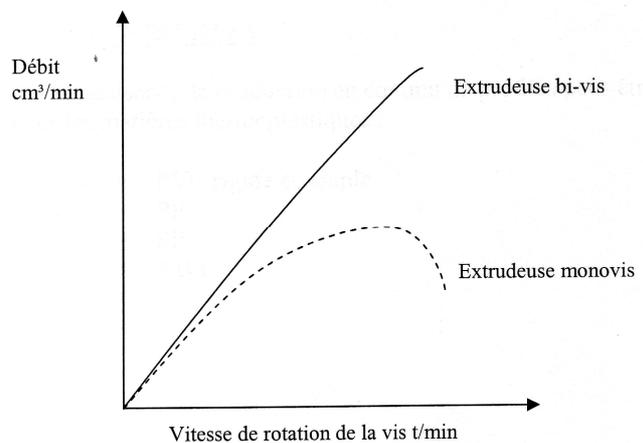


1. Poinçon
2. Filière
3. Vis de réglage
4. Tête d'extrusion
5. Extrudeuse
6. 2 Vis de plastification
7. Grille / Tamis

L'extrudeuse se compose de 2 vis qui tournent dans deux orifices du cylindre et dont les axes sont parallèles à l'axe principal de ce cylindre.

L'extrudeuse bi-vis est conseillé pour :

- La production de profilés de grandes dimensions
- Les matières plus rigides
- Un dégazage plus facile
- L'alimentation régulière
- Des débits plus importants





## EXTRUSION

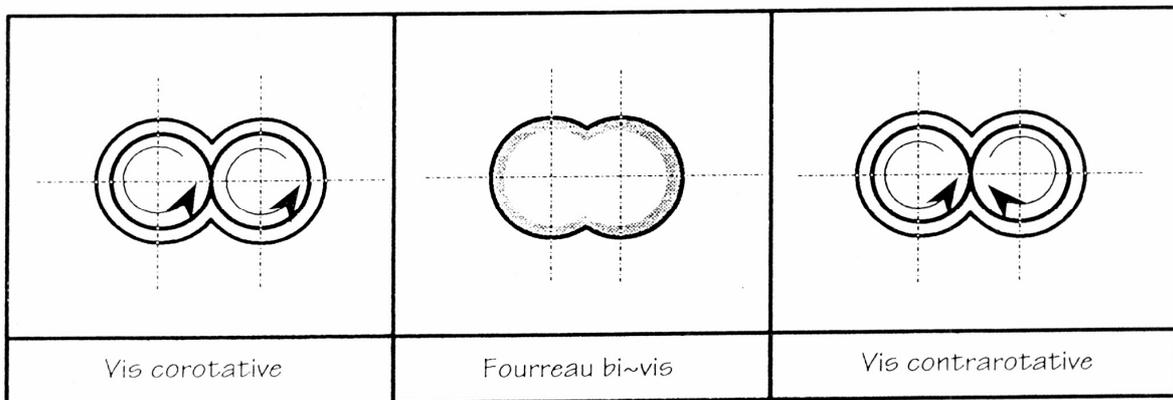
### 2 grandes familles de vis

- Les vis corotatives : les deux vis tournent dans le même sens de rotation
- Les vis contrarotatives : les deux vis tournent dans le sens inverse de rotation

Si les 2 vis tournent dans le même sens (corotatives), la matière s'écoule dans un espace en forme de 8 et subit un malaxage très fort.

Si les deux vis tournent en sens inverse (contrarotatives), la matière est enfermée dans un espace en forme de C et subit un broyage très fort.

Dans tous les cas, la matière doit pouvoir circuler, d'une vis à l'autre, pour permettre une meilleure homogénéisation.





## Extrusion de tubes

### A. Réglage des dimensions de l'extrudât

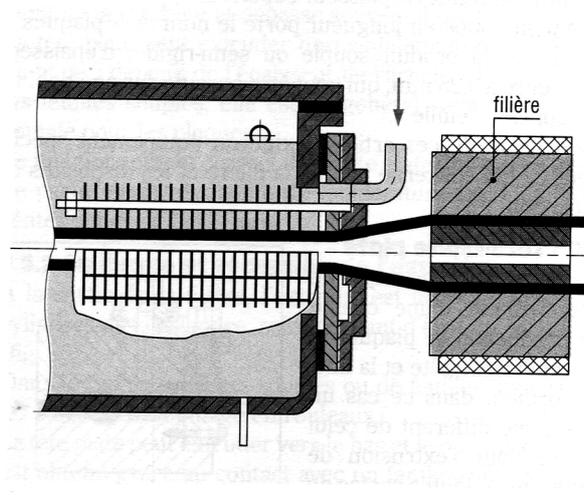
Pour que le profil, qui sort de la filière, ne se déforme pas immédiatement, on le soumet à traction ce qui contribue en partie au maintien de sa forme et de l'épaisseur des parois. L'effort de cette traction doit être ajusté à la vitesse de sortie du profil.

Ce rôle est exercé par le dispositif de tirage qui agit sur le profil refroidi et dont la vitesse est réglée et contrôlée avec précision. Le dispositif de tirage conditionne les dimensions du profilé et applique l'effort nécessaire au passage dans le conformateur.

### B. Conformation extérieure

Les tubes, à diamètres extérieurs calibrés, sont en général extrudés à l'aide de tête droite. Il existe plusieurs types de conformateurs dans lesquels les parois encore chaudes et déformables sont plaquées contre les faces refroidies du calibre par le vide, agissant de l'extérieur, ou par la pression de l'air à l'intérieur du tube.

Un des systèmes, nommé « conformation en bac d'eau sous vide » est très répandu. Il se compose d'un long réservoir fermé, rempli aux deux tiers d'eau froide constamment renouvelée. L'air au-dessus de l'eau est maintenu sous dépression de quelques 300 Pa. Le tube extrudé est introduit à travers un orifice équipé d'un joint d'étanchéité dans les calibres alésés d'une série de plaques métalliques.

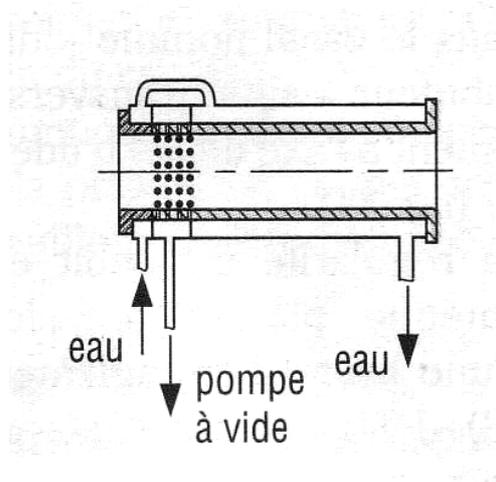


*Bac de refroidissement avec calibre à plusieurs disques  
(doc. Bayer).*

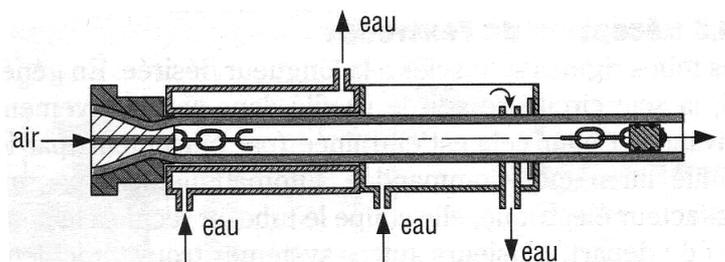


## EXTRUSION

Un autre système de conformateur-calibreur « à canal sec », est composé d'une série de compartiments entourant le canal central par lequel passe l'extrudât. Les uns sont refroidis par eau, les autres qui communiquent par des petits orifices avec le profil extrudé, se trouvent sous la dépression.

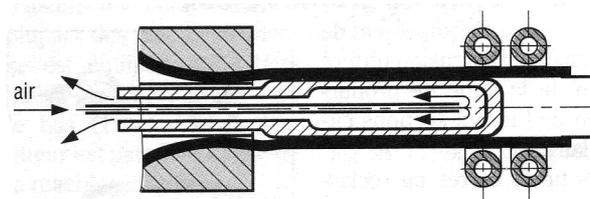


A l'entrée du conformateur, l'extrudât est arrosé par l'eau ce qui le refroidit et facilite son avancement dans le canal central du conformateur. Une autre méthode utilisée depuis quelques dizaines d'années utilise une surpression d'air dans le tube extrudé, fermé par un bouchon (retenu par une chaîne à l'intérieur du profil extrudé)



### C. Calibrage intérieur

Le calibrage du diamètre intérieur du tube est plus difficile à réaliser. Il exige un système spécial sous forme d'un mandrin refroidi par eau



Pour le calibrage interne, l'utilisation de la tête d'équerre est recommandée.



## Autres Techniques

### A. Couchage et plaxage

La technique de couchage du film sur un support par exemple de papier consiste à répartir un film de plastique fondu sur toute la largeur du support qui défile sous la filière de l'extrudeuse.

L'adhésion du film plastique au support est assurée par la pression de 2 rouleaux entre lesquels passe l'extrudât et la bande-support. On applique le couchage sur différents types de papier et de carton, sur des tissus, sur des films celluloses ou sur de l'aluminium en feuille.

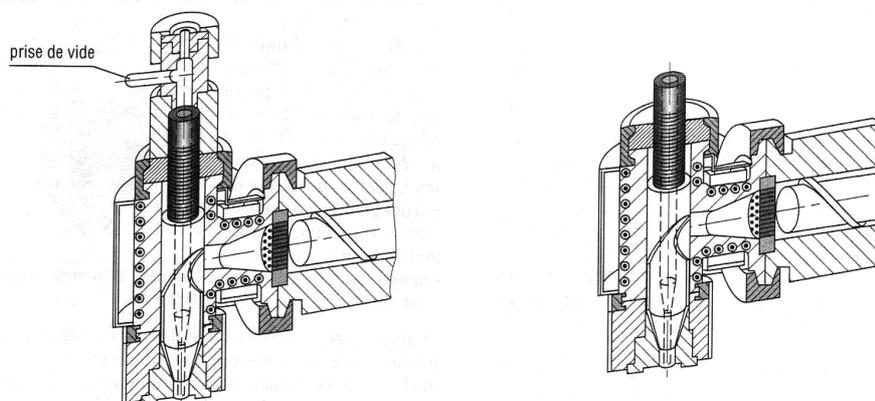
### B. Extrusion de gaines

Le gainage des câbles est réalisé à l'aide d'une tête d'équerre spéciale, à travers laquelle passe le câble devant recevoir la matière plastique extrudée.

Avant l'enrobage, le câble nu est préchauffé pour assurer une meilleure adhésion du plastique au métal (95°C)

On utilise deux types de filières en fonction de l'épaisseur de la gaine déposée sur le câble.

- La filière du type « tubes » :  
Elle permet de recouvrir un câble dont le diamètre varie légèrement, de doubler le câble déjà recouvert avec du plastique, de déposer une gaine très mince.
- La filière du type « à pression » :  
Elle est utilisée quand on veut obtenir un bon état de surface et une épaisseur importante. Le placage du plastique se fait par pression dans la filière.



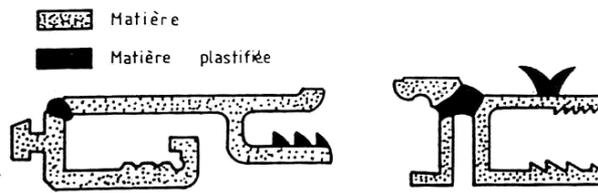


# EXTRUSION

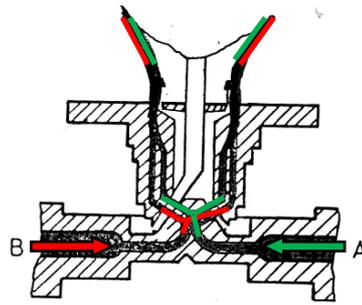
## C. Coextrusion

C'est une technique de fabrication qui permet d'obtenir un extrudât dont la section se compose de différentes couche de matières. La coextrusion polymatière exige autant d'extrudeuse que de matières (ou de couleurs) que l'on veut incorporer dans le même extrudât.

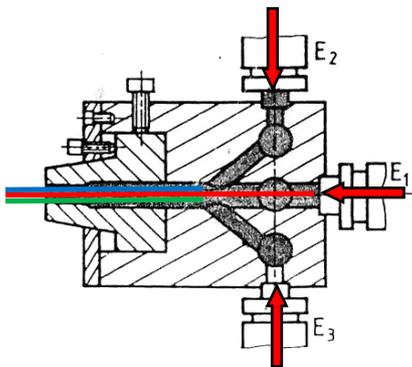
La tête pour la coextrusion est alimentée par les flux de matière provenant d'extrudeuses différentes.



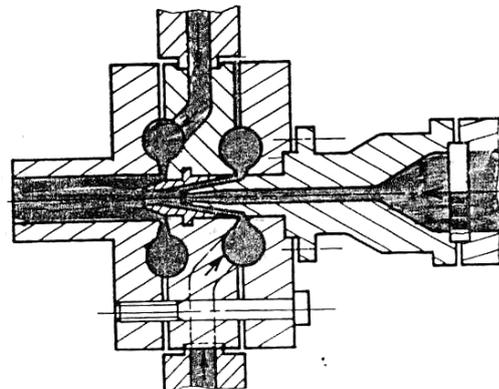
Exemple de profilés composés de la même matière : rigide et plastifiée



Tête d'équerre pour co-extrusion



tête à canaux de distribution



tête à distributeur laminaire



## D. Extrusion d'allégés

Les profilés, les plaques et les feuilles extrudées en matière allégée ont des avantages techniques considérables et sont plus économiques que les éléments fabriqués en matières classiques, compte tenu de leur poids réduit pour des qualités mécaniques presque identiques.

La structure cellulaire de matériaux allégés est obtenue par l'incorporation à la matière plastique de base d'un agent qui, au moment de la transformation, sous l'action de la chaleur, se transforme en petites bulles de gaz ou de vapeur.

Il existe une autre méthode qui consiste à introduire un gaz sous pression, directement dans la matière malaxée dans une extrudeuse.

La température de ce mélange est diminuée progressivement pendant qu'il est transféré vers la filière pour être extrudé.

