

# Chapitre II

## Soufflage des thermoplastiques

1. INJECTION soufflage

2. EXTRUSION soufflage

Site : <https://choucheneslim.wordpress.com/>

Article cours ([10- Procédés de mise en forme des matières plastiques](#)) :

## introduction

- Les techniques **d'extrusion-soufflage** et **d'injection-soufflage** sont des méthodes de mise en œuvre des matières thermoplastiques pour la fabrication **d'objets tridimensionnels creux**.
- Depuis les **petits flacons** de quelques **millilitres** utilisés en pharmacie jusqu'aux **cuves de mazout de 5 000 L**, ces **corps creux** en matières thermoplastiques sont utilisés au **conditionnement** de toutes sortes de produits liquides, pâteux,

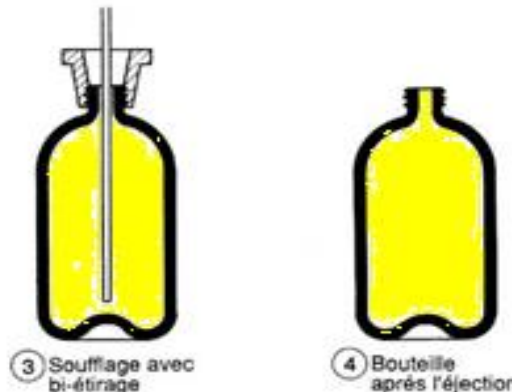
# **I. INJECTION SOUFFLAGE**

# INJECTION SOUFFLAGE

■ La technique de mise en œuvre des polymères thermoplastiques qui se trouve **associée au soufflage** est ici **l'injection**.

## ■ INJECTION :

- **À partir d'un matériau plastifié** par la chaleur, on procède à l'injection sous forte pression (jusqu'à 120 MPa) de ce matériau à travers une buse de faible diamètre, dans une cavité du moule à préforme.
- Sous l'effet de la pression, le matériau plastifié **remplit la cavité et se solidifie** au contact des parois du moule. On obtient **la préforme**, c'est la phase d'**INJECTION**.



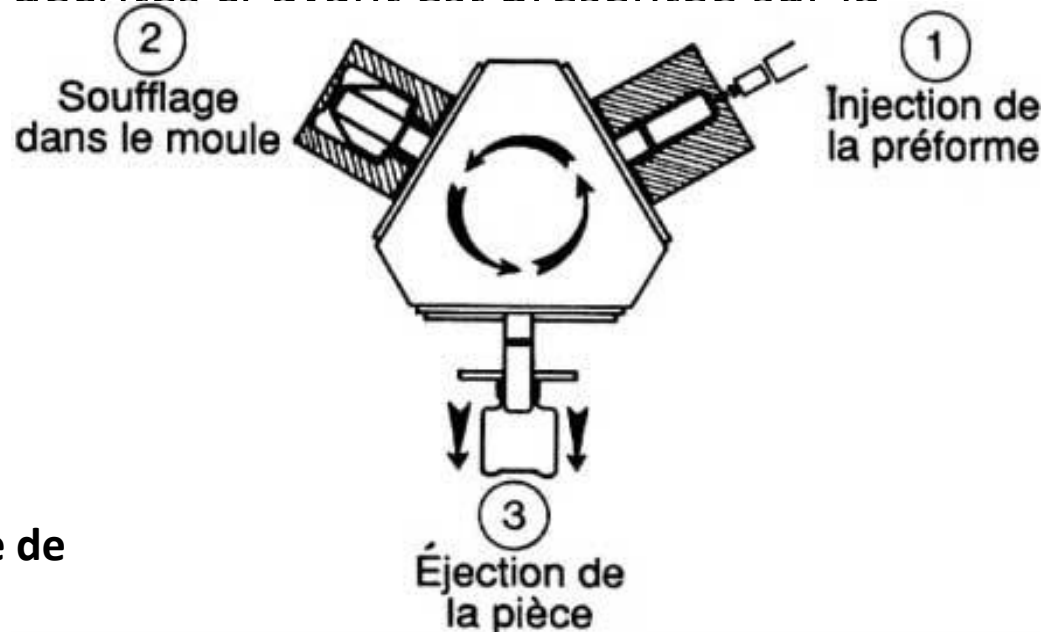
Injection-soufflage  
avec bi-étrage



# INJECTION SOUFFLAGE

## ▪ SOUFFLAGE :

- Puis **cette préforme** encore chaude (120 à 200 °C suivant les matériaux) est transférée dans le **moule de soufflage**.
- **L'air comprimé est alors introduit** au travers du noyau portant la préforme.
- **Le matériau se trouve alors plaqué contre les parois** du moule de finition refroidi et se solidifie pour donner l'objet final : c'est la **phase de SOUFFLAGE**.
- La succession des opérations décrites ci-avant est présentée sur la figure 2.



Poste d'injection-soufflage de corps creux (vu du dessus)

## Description du procédé d'injection-soufflage

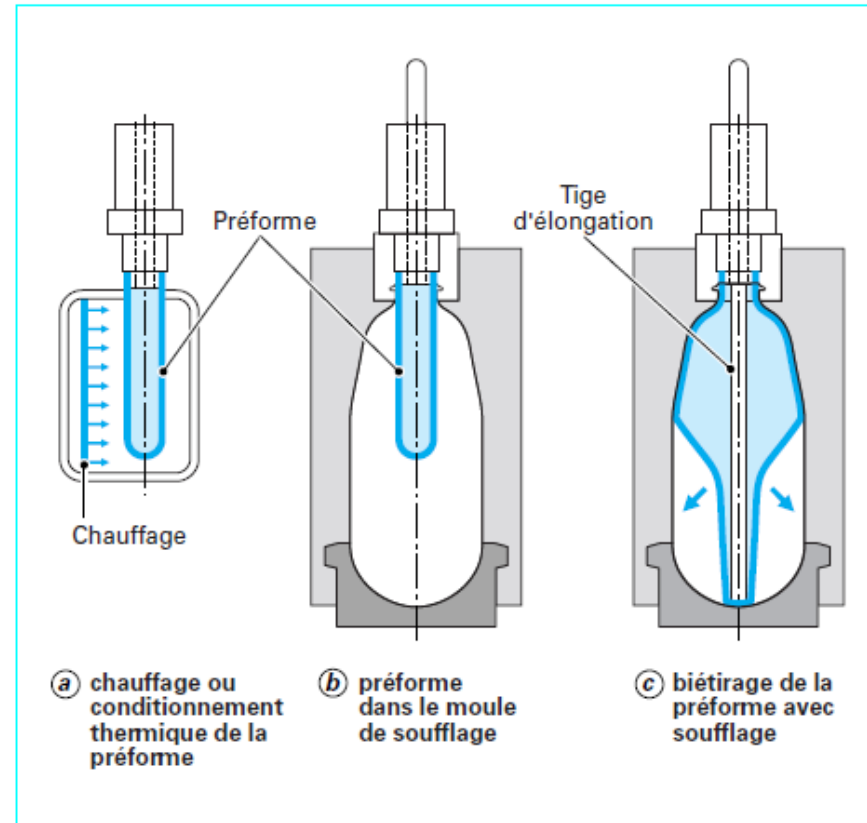
- Le moulage par injection-soufflage s'adresse essentiellement à des matières thermoplastiques : **polyéthylène, polypropylène, polystyrène, polycarbonate, polyacétal, polyacryliques, polyesters linéaires (PETP), etc.**
- Par cette technique, il est possible de réaliser une grande variété de **corps creux**, différents en formes et en dimensions.
- Théoriquement, il n'y a pas de limites dimensionnelles ; (quelques centimètres cubes jusqu'à des maxima d'environ 2 000 cm<sup>3</sup>=2litres)

# Description du procédé d'injection-soufflage

## □ cycle d'injection-soufflage :

Le procédé de **soufflage-biétirage** est, lui, essentiellement dédié à la fabrication de bouteilles en polyester. Les étapes du procédé sont décrites à la figure suivante:

- Fabrication par injection de préformes (moules de 32, 48 ou 64 empreintes).
- **Chauffage de ces préformes solides dans un four infrarouge.**
- Installation de la préforme dans le moule.
- **Étirage longitudinal à l'aide d'une canne**
- Refroidissement puis éjection de la bouteille formée.



# VIDEOS

## Injection-soufflage:

1. [5 INJECTION SOUFFLAGE Elaboration des Bouteilles et pots de plastique](#)
2. [5 INJECTION SOUFFLAGE 0 simulation du procédé soufflage](#)
3. [5 INJECTION SOUFFLAGE 2 bouteilles](#) (moule de soufflage, préformes et bouteilles,...)



# **II. EXTRUSION SOUFFLAGE**

C'est l'une des techniques qui permet l'obtention des **corps creux**.

Ses domaines d'applications sont essentiellement :

- le conditionnement (bouteille)
- le transport (réservoir)
- le bâtiment (*fosse septique*)
- loisirs et jouet (planche à voile)



On peut caractériser un corps creux par son **enveloppe** :

- forme plus ou moins complexe (sphérique, cylindrique)
- symétrie par rapport au plan de joint
- sans axe de symétrie

Les matières utilisées en extrusion soufflage sont :

- PEhd ( cuve, bidon)
- PVC ( bouteille, flacon)
- PP (jouet)
- PC ( biberon)
- PUR ( médical)

Remarque sur le **recyclage** : cas d'une cuve de 1500 litres.

Dans ce cas-là, la paraison pèse 70 kg, et la carotte 28 kg (soit environ 40% du poids de la moulée).

Il est donc indispensable, pour des **raisons d'économie de réutiliser ces déchets**.

Ils sont broyés dans un concasseur, puis réintégrés dans la matière vierge.

## II. EXTRUSION SOUFFLAGE

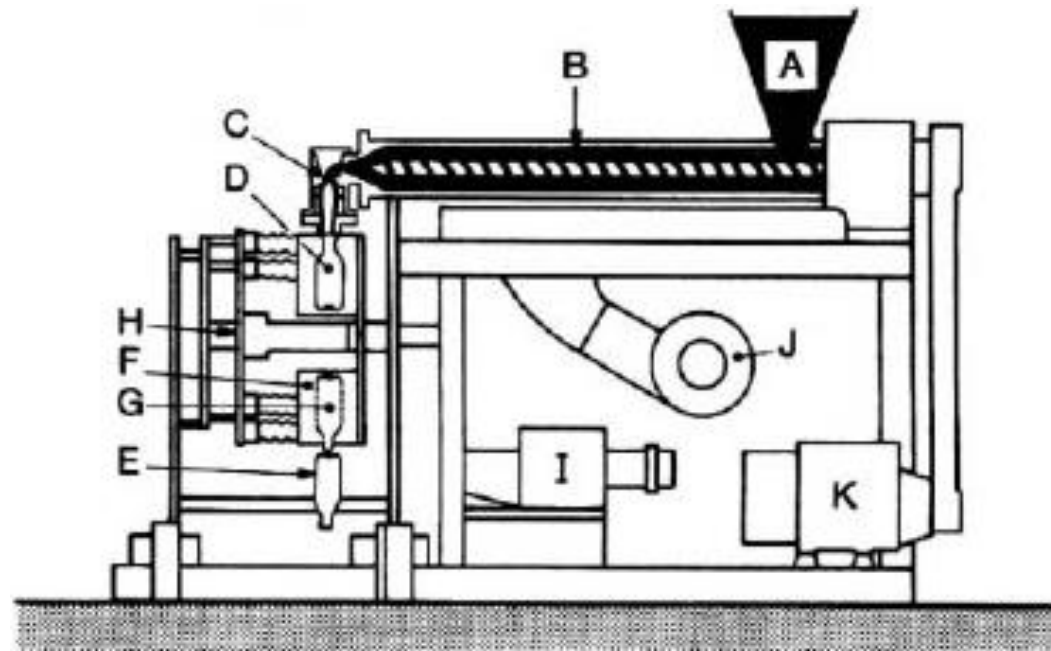
### LA MACHINE A. COMPOSITION

#### ❑ Extrusion.

❑ En aval de l'extrusion, on trouve une technique de formage : le soufflage. Pour l'obtention des corps creux par extrusion-soufflage à partir :

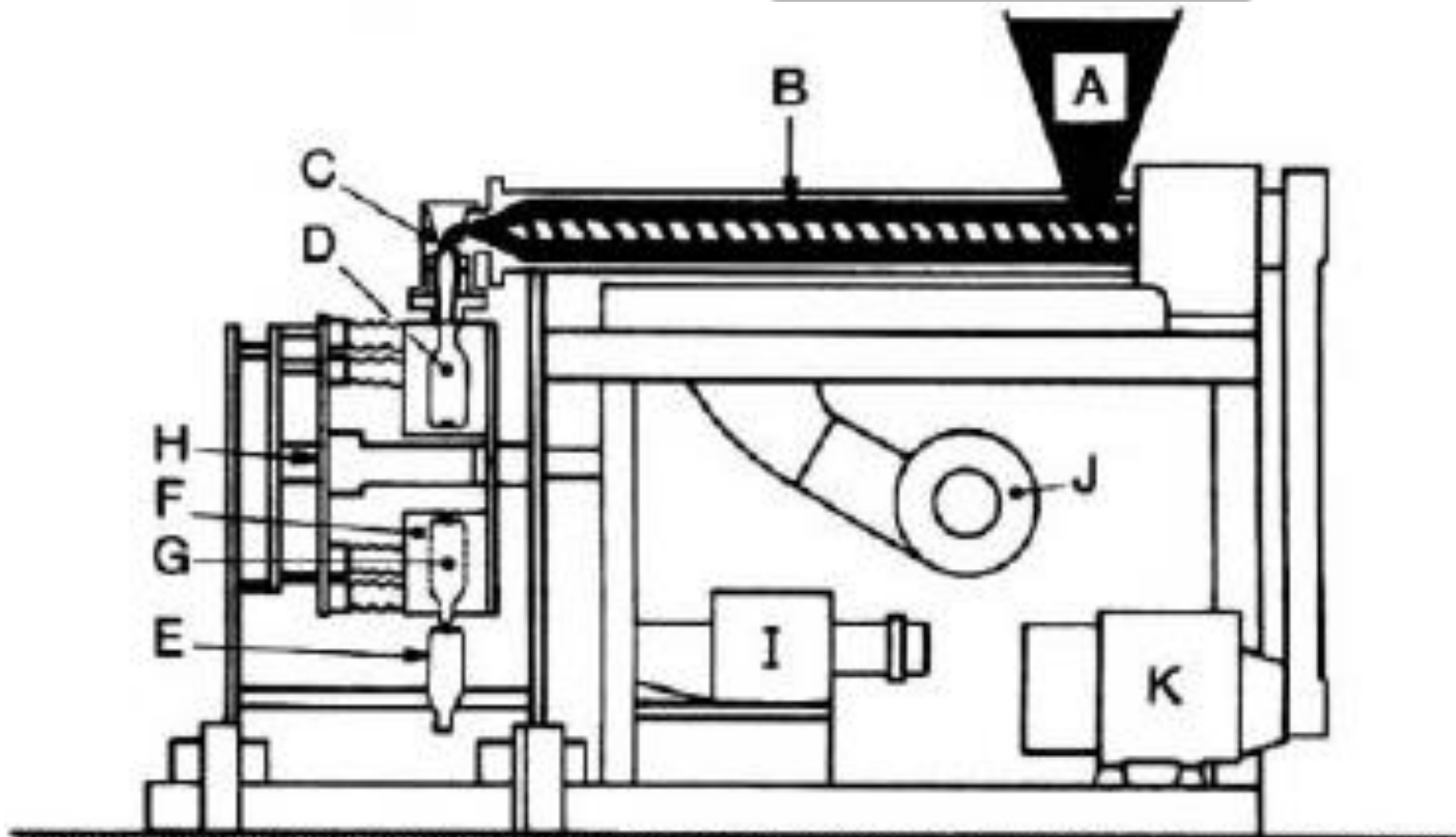
1. d'un polymère plastifié par la chaleur, on produit une « paraison » tubulaire en forçant la matière à passer dans l'entrefer circulaire avant de s'écouler à l'air libre,
2. puis on procède à l'emprisonnement de cette paraison dans un moule
3. et au soufflage à l'aide d'air comprimé de la paraison encore chaude pour qu'elle prenne les formes du moule (figure 1).

- A trémie d'alimentation en granulés  
B extrudeuse  
C tête d'équerre  
D bouteille en cours de soufflage  
E bouteille en cours d'éjection  
F moule  
G empreinte  
H roue de soufflage  
I moteur d'entraînement de H  
J ventilateur d'air de refroidissement  
K moteur d'entraînement de la vis d'extrusion



## II. EXTRUSION SOUFLAGE

### LA MACHINE A. COMPOSITION

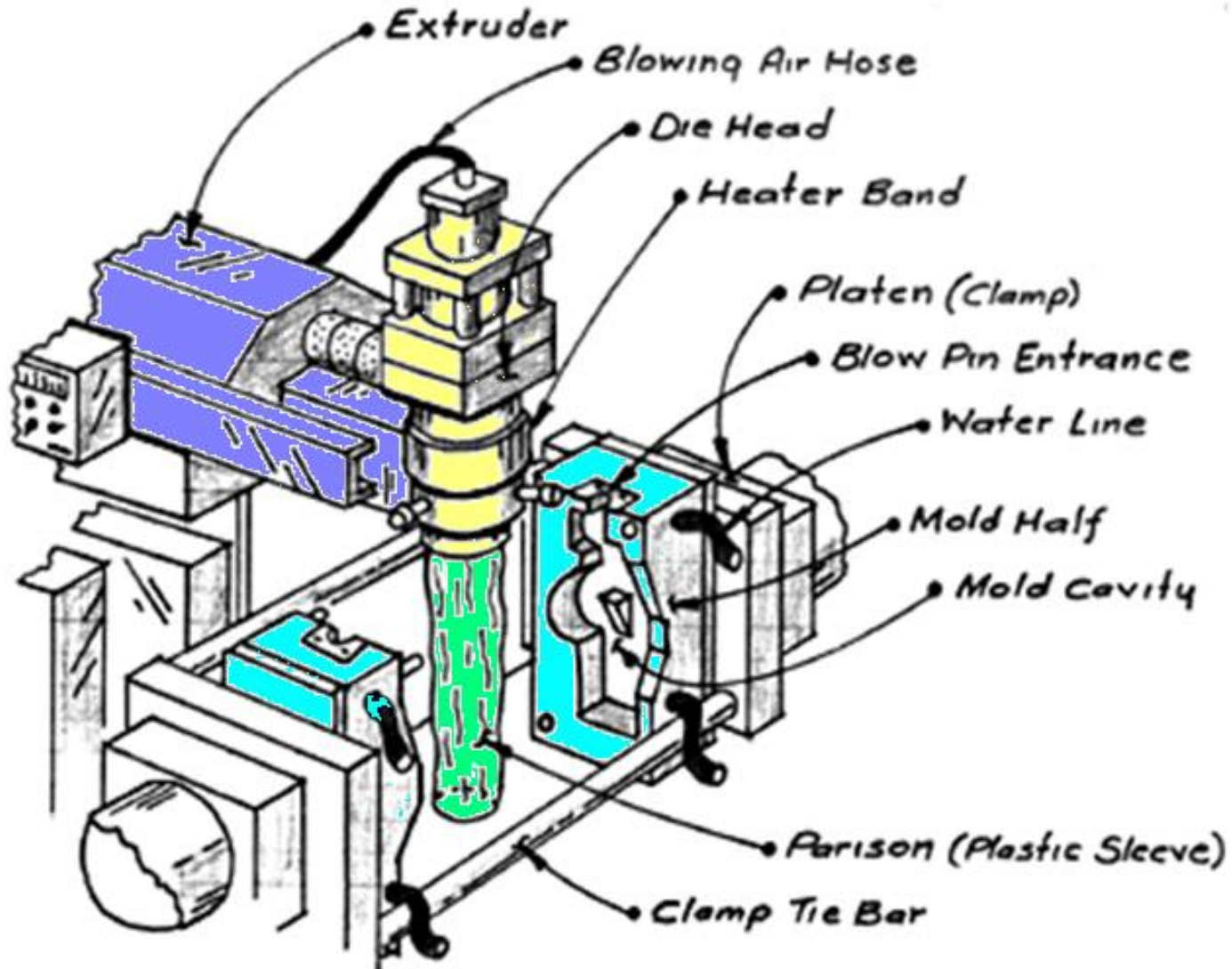


A trémie d'alimentation en granulés  
B extrudeuse  
C tête d'équerre  
D bouteille en cours de soufflage  
E bouteille en cours d'éjection  
F moule

G empreinte  
H roue de soufflage  
I moteur d'entraînement de H  
J ventilateur d'air de refroidissement  
K moteur d'entraînement de la vis d'extrusion

## II. EXTRUSION SOUFFLAGE

### LA MACHINE A. COMPOSITION



**Blow Molding Machine**

## II. EXTRUSION SOUFFLAGE

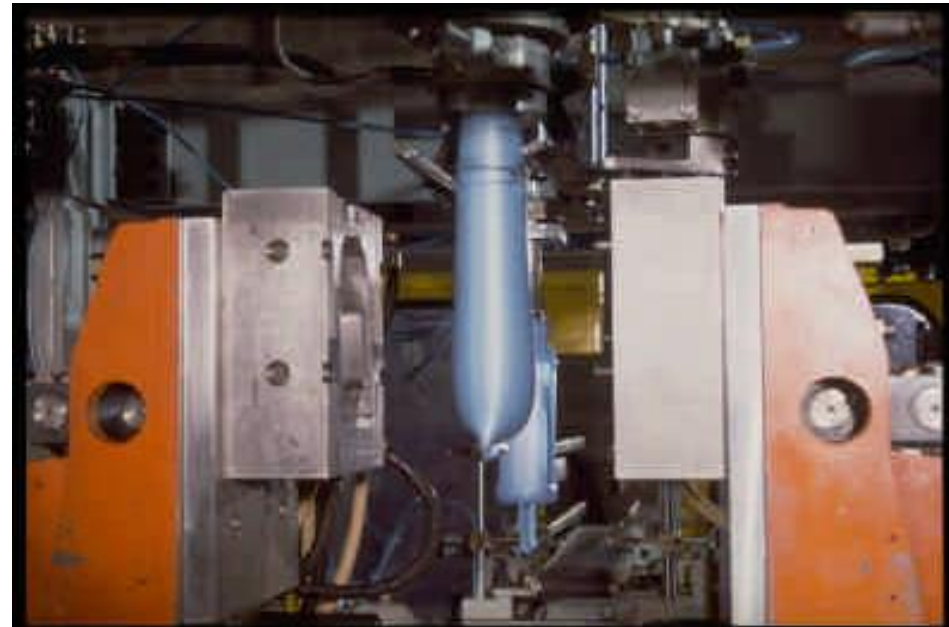
### LA MACHINE A. COMPOSITION

En général, la souffleuse se présente sous forme d'unités :

*1. Unité de plastification (extrudeuse).*



*2. Unité de fermeture*



## II. EXTRUSION SOUFFLAGE

### LA MACHINE A. COMPOSITION

En général, la souffreuse se présente sous forme d'unités :

#### *3. Unité de soufflage*





## II. EXTRUSION SOUFFLAGE

### LA MACHINE A. COMPOSITION

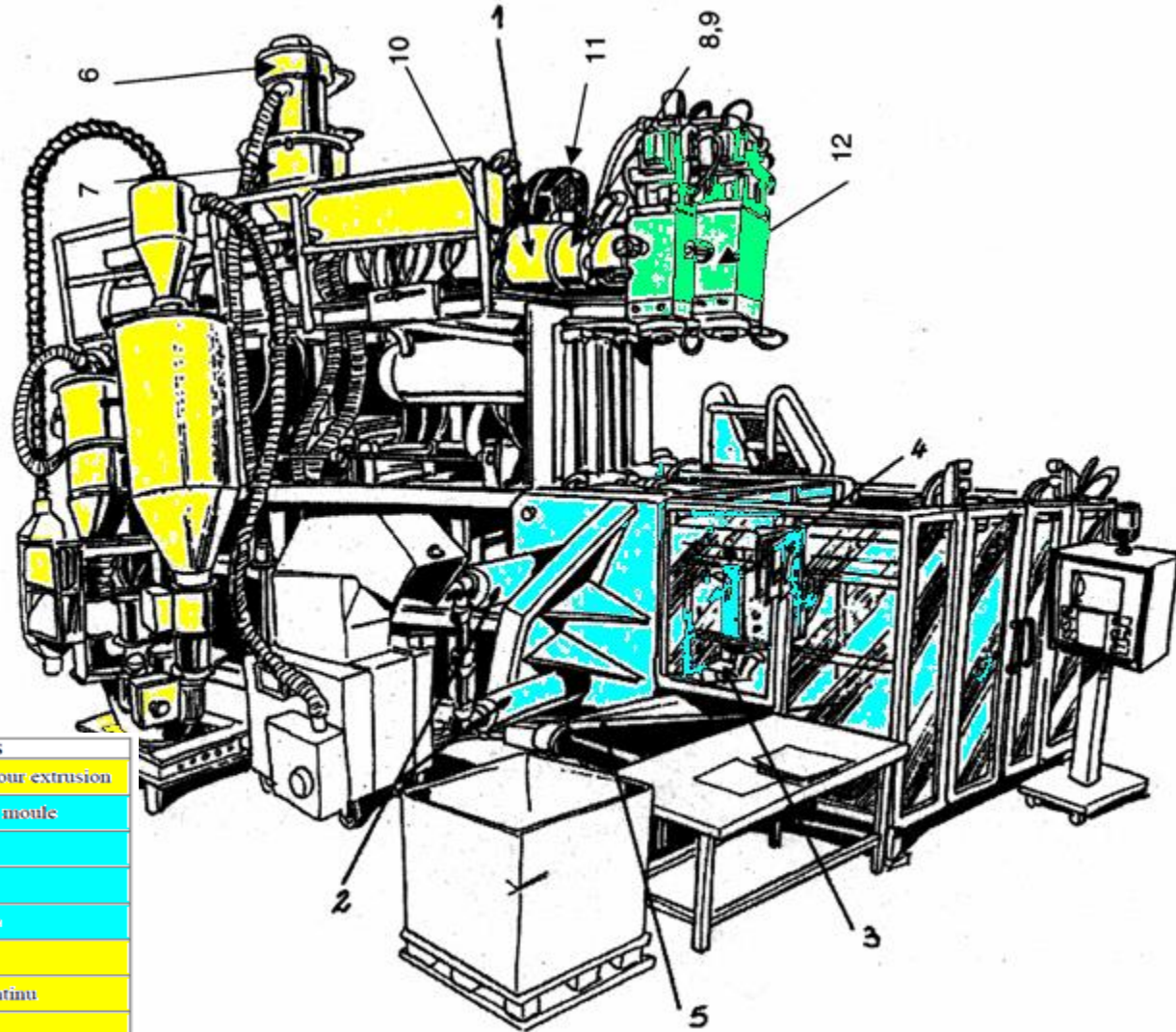
En général, la souffleuse se présente sous forme d'unités :

*4. Unité d'évacuation et de décarottage.*



## II. EXTRUSION SOUFFLAGE

### LA MACHINE B. DESCRIPTION



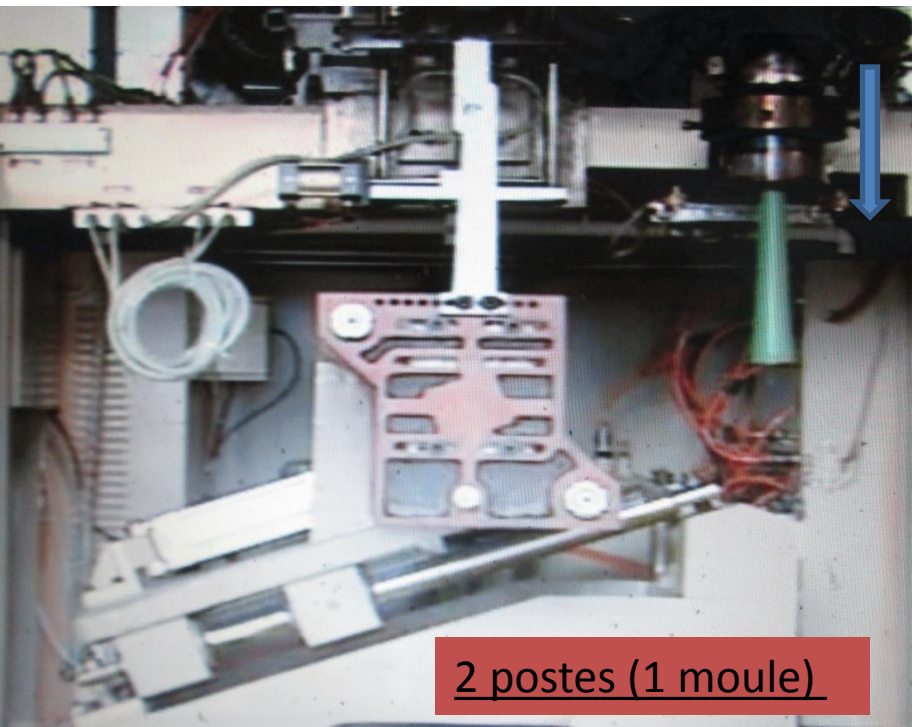
N°	NOMS	FONCTIONS
1	Unité de plastification extrudeuse	Préparer matière plastique pour extrusion
2	Unité de fermeture	Commander la fermeture du moule
3	Unité de soufflage	Souffler la pièce
4	Moule	Donner la forme à la pièce
5	Unité d'évacuation	Évacuer et contrôler la pièce
6	Alimentateur machine	Alimenter la machine
7	Trémie	Alimenter la machine en continu
8	Fourreau	Plastifier la matière
9	Vis	Transporter la matière
10	Collier de chauffé	Chauffer le fourreau
11	Ventilateurs	Réguler la température
12	Tête d'extrusion	Créer la paraison

## II. EXTRUSION SOUFFLAGE

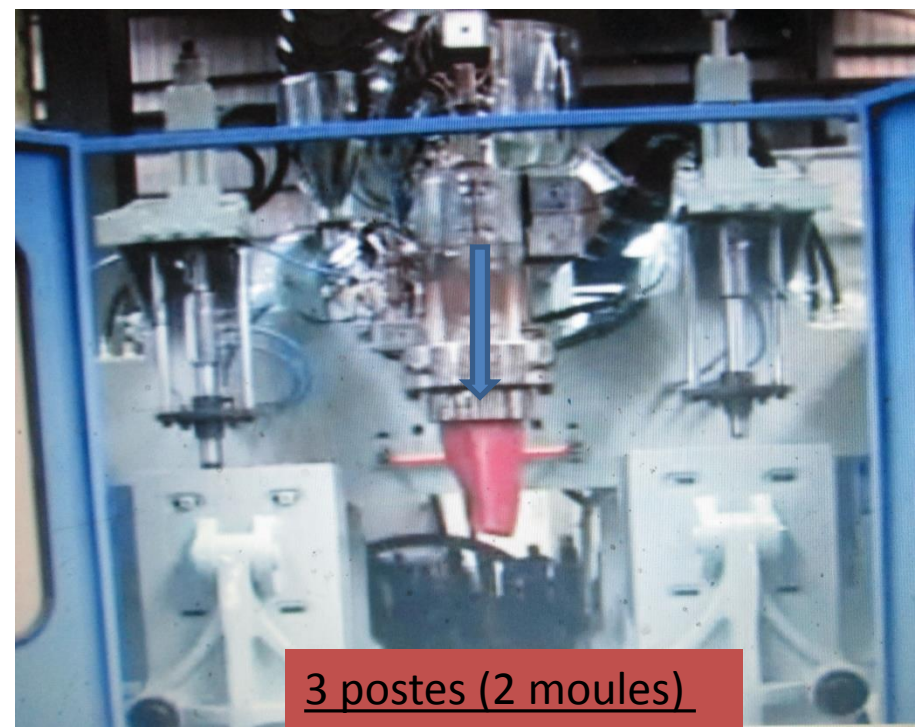
## LES DIFFERENTES LIGNES DE PRODUCTION

Il est vrai que suivant le produit, les séries, les marchés, on rencontre **différents types d'installations et d'outillages** :

1. **Extrusion soufflage en continu** : deux postes (1 moule).
2. **Extrusion soufflage en continu à deux moules** à mouvement pendulaire et une seule tête d'extrusion : 3 postes.
3. **L'extrusion soufflage en discontinu.**



2 postes (1 moule)



3 postes (2 moules)

## II. EXTRUSION SOUFFLAGE

## L'EXTRUSION SOUFFLAGE EN CONTINU

Ce procédé est utilisé pour des pièces de quelques kg maxi.

### A. LE CYCLE DE MOULAGE :

Les conditions du passage d'une étape à une autre sont indiqués en italique.



1. Extrusion paraison

2. Fermeture moule

3. Coupe paraison

Montée canne 2<sup>ème</sup> Poste

4. Descente moule

5. Descente canne

6. Soufflage / refeedst.

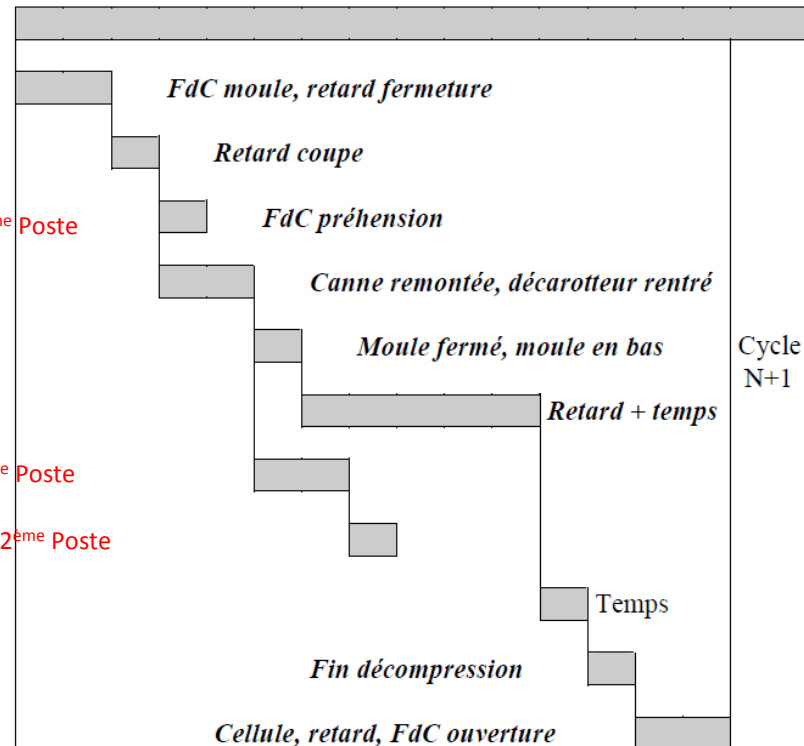
Décarottage 2<sup>ème</sup> Poste

Evacuation carotte 2<sup>ème</sup> Poste

7. Décompression

8. Ouverture moule

9. Remontée moule



Extrusion en continu du cycle N

### □ VIDEO EXTRUSION SOUFFLAGE :

1. [5ET6 injection et extrusion SOUFFLAGE des bidon et bouteilles semi automatic blow molding machine](#)
2. [6 EXTRUSION SOUFFLAGE 1 bidons](#)
3. [6 EXTRUSION SOUFFLAGE Plastic Blow Molding](#)

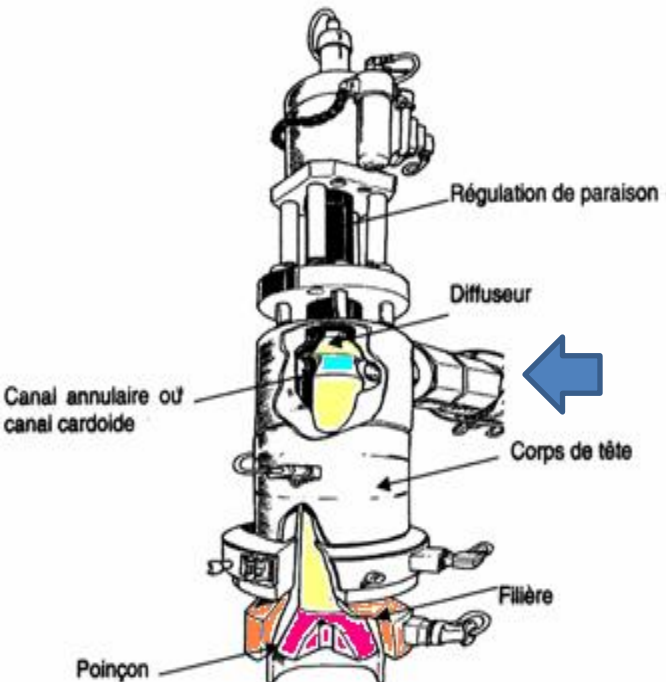
## II. EXTRUSION SOUFFLAGE

## L'EXTRUSION SOUFFLAGE EN CONTINU

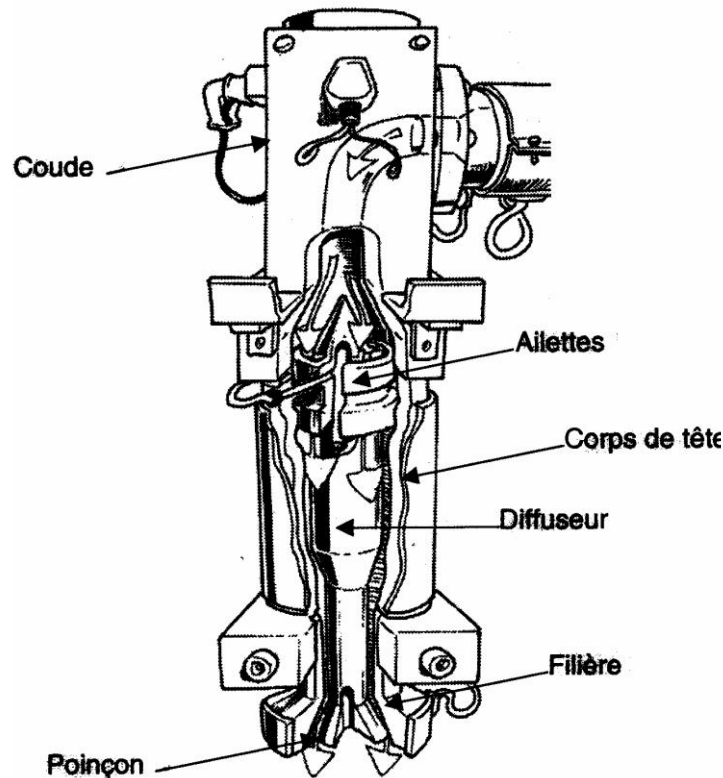
### B. LES TETES D'EXTRUSION

C'est la **qualité de la tête** d'extrusion et de **ses réglages** que dépendent la formation d'une **paraison parfaite** en dimensions.

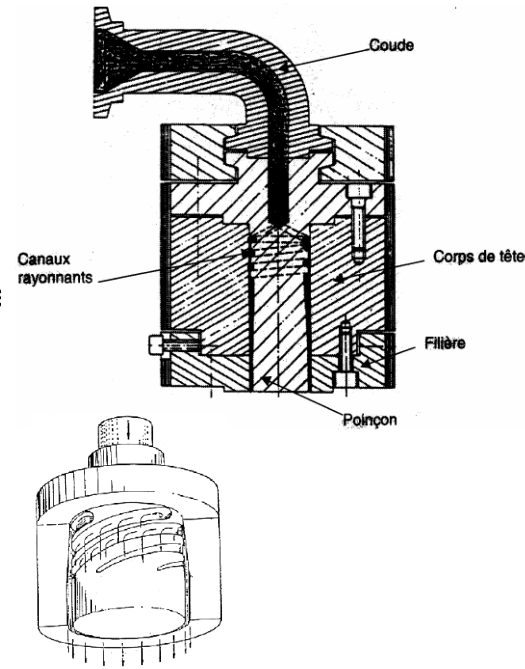
#### 1. Tête à alimentation latérale



#### 2. Tête à alimentation centrale



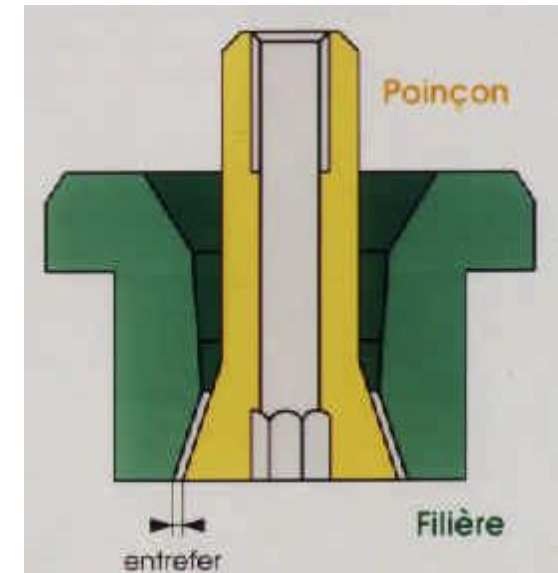
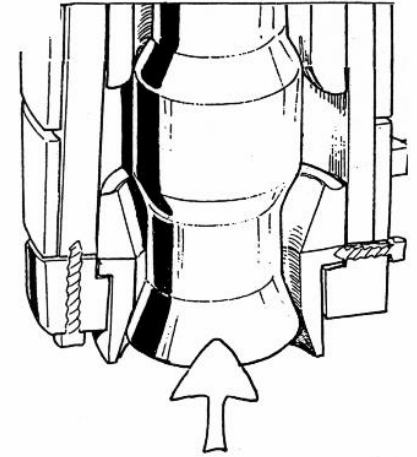
#### 3. Tête à alimentation centrale à canaux rayonnants



### B. LES TÊTES D'EXTRUSION

□ Quel que soit le type de tête d'extrusion, les deux éléments qui interviennent **pour former la paraison** sont : **la filière et le poinçon**.

- La filière calibre l'extérieur,
- le poinçon calibre l'intérieur,
- l'espace qui permet le passage de la matière entre la filière et le poinçon s'appelle l'**entrefer**.



## II. EXTRUSION SOUFFLAGE

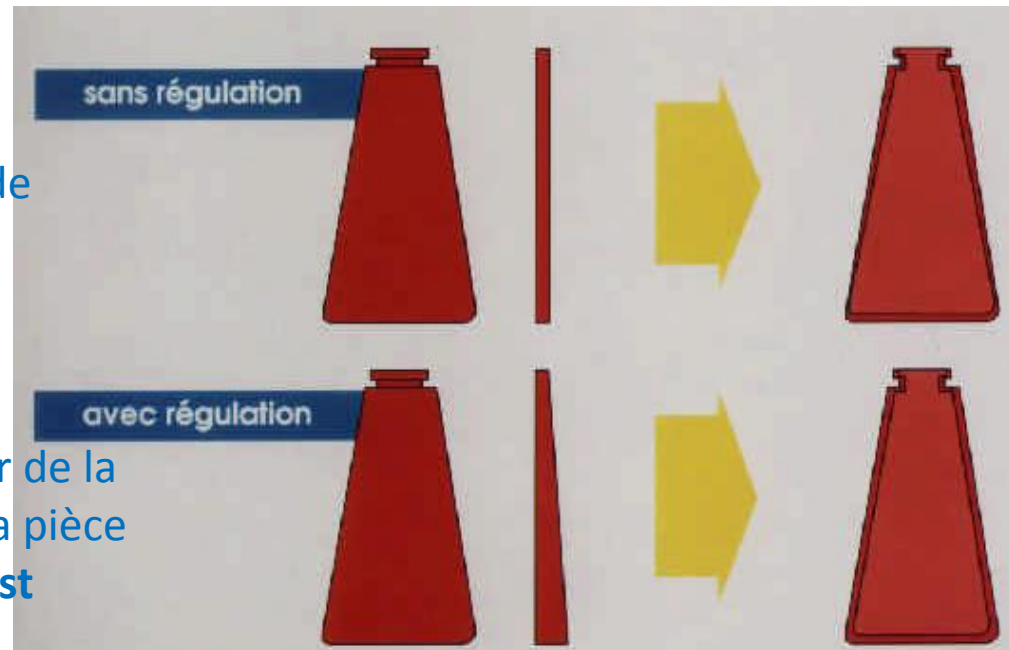
## L'EXTRUSION SOUFFLAGE EN CONTINU

### C. LA REGULATION DE LA PARAISSON

Un des inconvénients du soufflage, c'est l'**irrégularité de l'épaisseur** du produit une fois soufflé.

L'entrefer étant **constant** → l'épaisseur de la paroi de la pièce soufflée **varie**

le système de régulation d'épaisseur règle l'ouverture **poinçon / filière** pendant l'expulsion de la matière. → l'épaisseur de la paroi de la pièce soufflée est **constante**



Pour **éliminer les différences d'épaisseur** lors du soufflage, il faut pendant l'extrusion de la paraison **une variation de l'entrefer**.

Pour traiter tous ces problèmes, il existe

- ❖ des **têtes d'équerre** à **entrefer fixe**
- ❖ et des **têtes d'équerre** à **entrefer variable**.



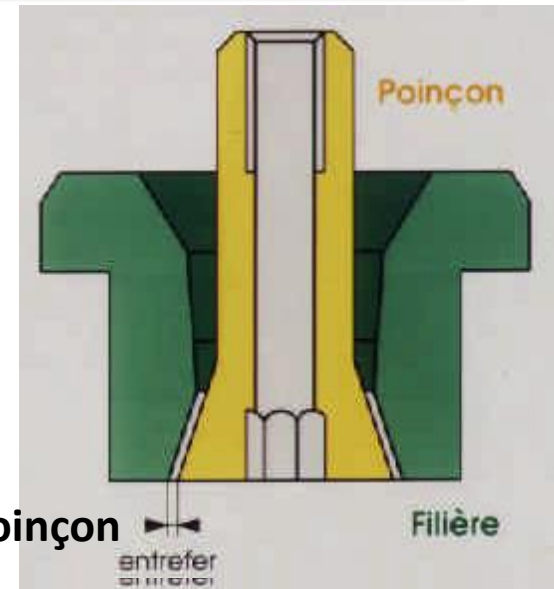
### C. LA REGULATION DE LA PARAISSON

#### 1. Têtes d'équerre à entrefer fixe :

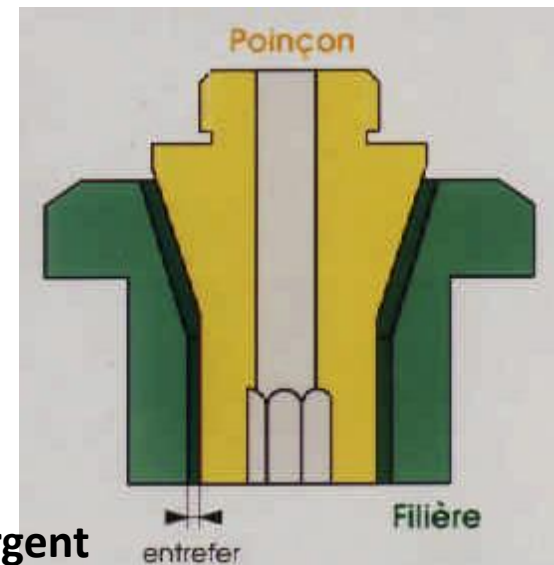
- L'entrefer étant constant,
- la paraison extrudée à une épaisseur de paroi constante sur toute la hauteur,
- par contre, l'épaisseur de la paroi de la pièce soufflée varie.

- Poinçon Div ou conv:** l'entrefer est le même pendant l'extrusion de la paraison.
- En général, l'épaisseur de la paraison est réglée de façon mécanique par un système vis - écrou.

une tête à poinçon divergent



une tête d'extrusion à poinçon convergent



### C. LA REGULATION DE LA PARAISSON

#### 2. Tête d'équerre à entrefer variable.

- Ces têtes sont obligatoirement équipées d'un **poinçon** et d'une **filière conique**.
- Pendant l'extrusion de la paraison, **l'entrefer varie**.
- Si le **poinçon monte**, **l'entrefer diminue**, si le poinçon diminue, l'entrefer augmente.
- On peut donc extruder **des paraisons d'épaisseurs variables** sur toute la longueur.

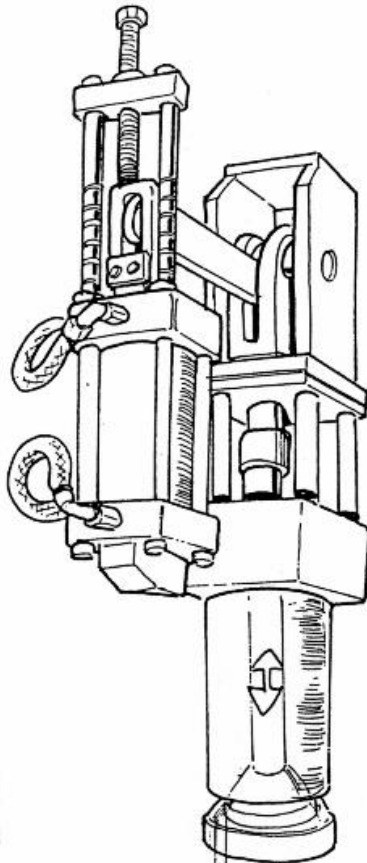
## II. EXTRUSION SOUFFLAGE

## L'EXTRUSION SOUFFLAGE EN CONTINU

### C. LA REGULATION DE LA PARAISSON

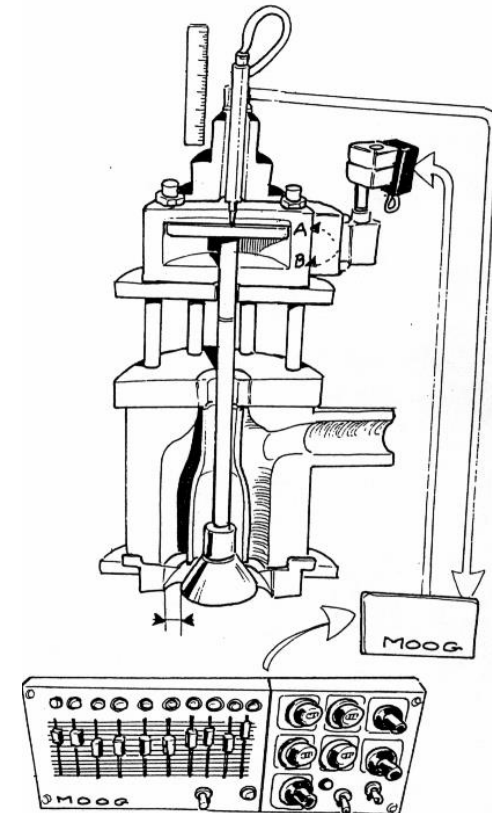
#### 2. Tête d'équerre à entrefer variable.

❑ Réglage **pneumatique** de l'épaisseur de la paraison.



↔ épaisseur de la paraison

❑ Réglage **hydraulique** de l'épaisseur de la paraison.



## II. EXTRUSION SOUFFLAGE

# EXTRUSION SOUFFLAGE EN DISCONTINU

Ce procédé est utilisé pour des pièces de **5 à plus de 100 kgs**.

### A. PRINCIPE

Il se rapproche de l'injection. **On dose** une quantité de matière dans **une tête à accumulation** et par l'intermédiaire d'un piston, **on expulse la matière** au travers de l'ensemble poinçon / filière.

### B. LA TETE A ACCUMULATION

La tête à accumulation a deux fonctions :

- ✓ **Stocker la matière** extrudée pendant le refroidissement de la moulée.
- ✓ **Expulser** dans un temps très court le **polymère plastifié** afin de limiter le refroidissement, l'étirement et par conséquent l'amincissement de la paraison sous son propre poids.

## II. EXTRUSION SOUFFLAGE

## EXTRUSION SOUFFLAGE EN DISCONTINU

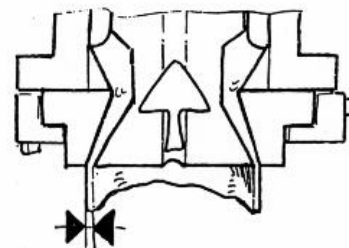
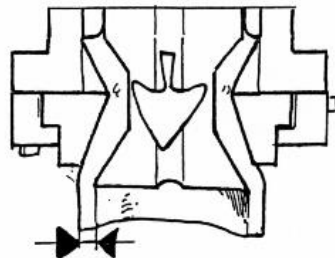
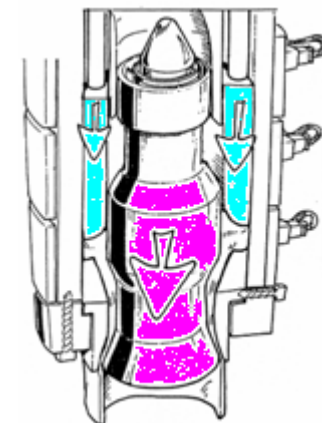
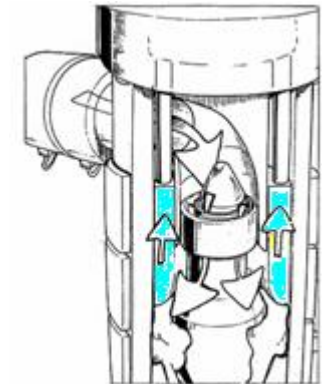
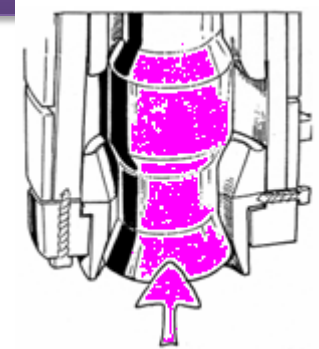
### Fonctionnement :

**Vue 1** : le poinçon est en contact avec la filière, la matière **ne peut pas sortir**.

**Vue 2** : la vis tourne, la matière entre dans la chambre de transfert, sous la pression de la matière, **le piston annulaire remonte**.

**Vue 3** : quand la quantité de matière souhaitée est obtenue, le poinçon s'ouvre et le piston annulaire expulse la matière pour donner la paraison.

**Vue 4** : le système de régulation d'épaisseur règle l'ouverture **poinçon / filière** pendant l'expulsion de la matière.



### LES SYSTEMES DE DECOUPE DE LA PARAISSON

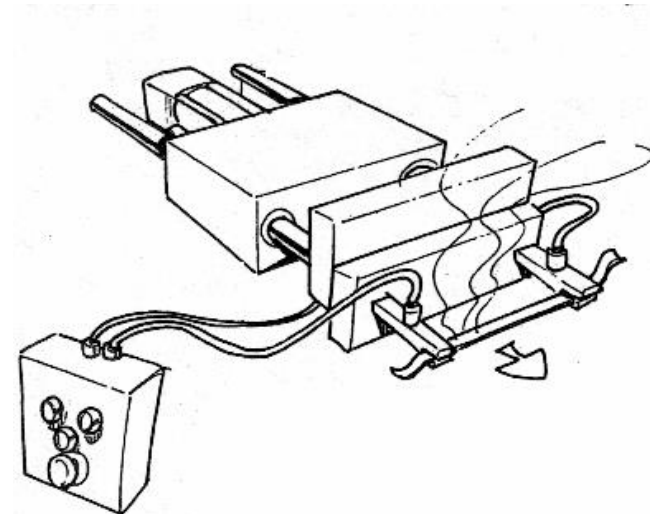
- Après fermeture du moule sur la paraison, celle-ci est **séparée de la tête d'extrusion** par un système appelé « **coupe paraison** ».
- Les coupes paraison doivent être adaptées au matériau à transformer et **assurer une coupe franche** qui permettra, en maintenant la paraison ouverte, d'introduire la canne de soufflage.
- On distingue 4 types principaux :
  - ❖ **BANDE COUPANTE INCANDESCENTE (OU COUTEAU CHAUD).**
  - ❖ **B. COUTEAU FRAPPEUR**
  - ❖ **C. CISEAUX A FROID.**
  - ❖ **D. POINÇONNEMENT**
  - ❖ **E. CAS PARTICULIER : ARRACHEMENT DE LA PARAISSON**

### A. BANDE COUPANTE INCANDESCENTE (OU COUTEAU CHAUD).

Le couteau à bande incandescente tranche la paraison à l'aide d'une **bande chauffée électriquement** avec réglage par transformateur. Il est utilisé pour les matières spéciales comme le **PP** ou le **PC** ainsi que pour des **diamètres de paraison extrêmement grand**.

Dans le cas de **paroi mince**, il est préférable aussi de prévoir ce système.

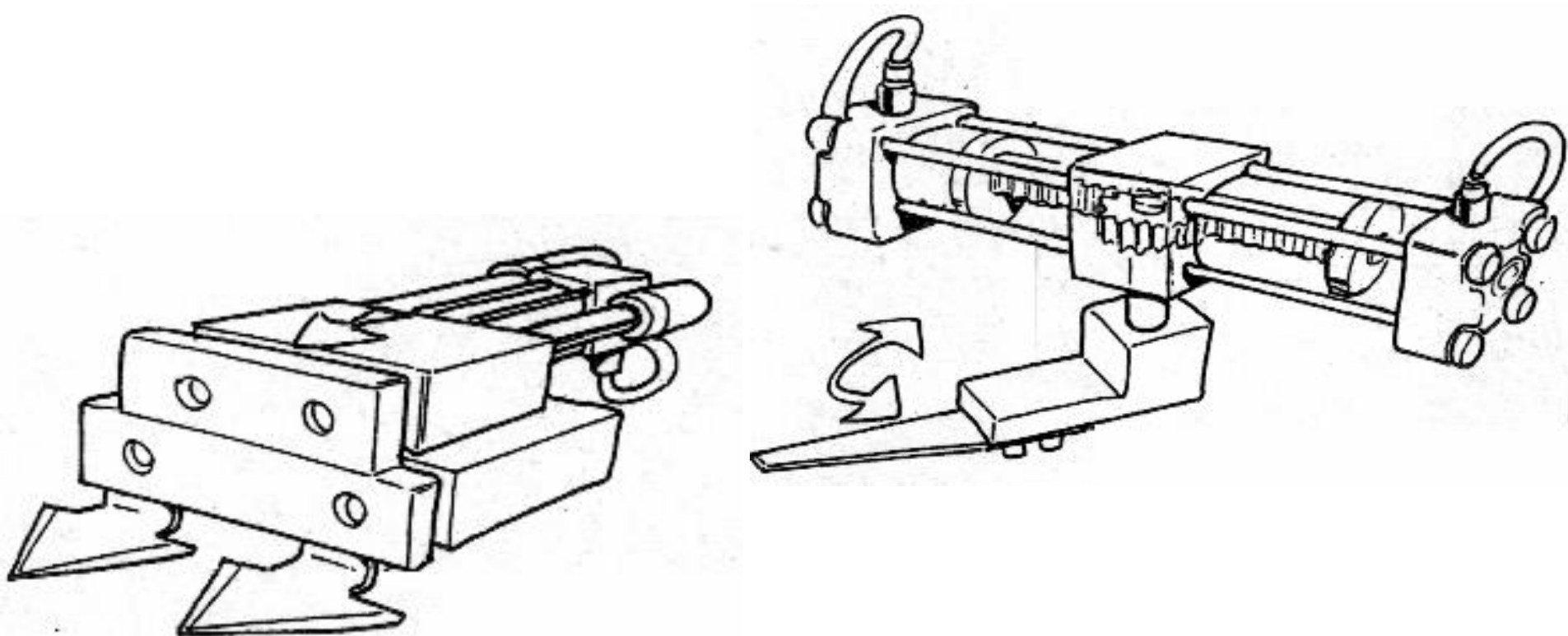
Par contre, cette technologie est **incompatible avec le PVC**.





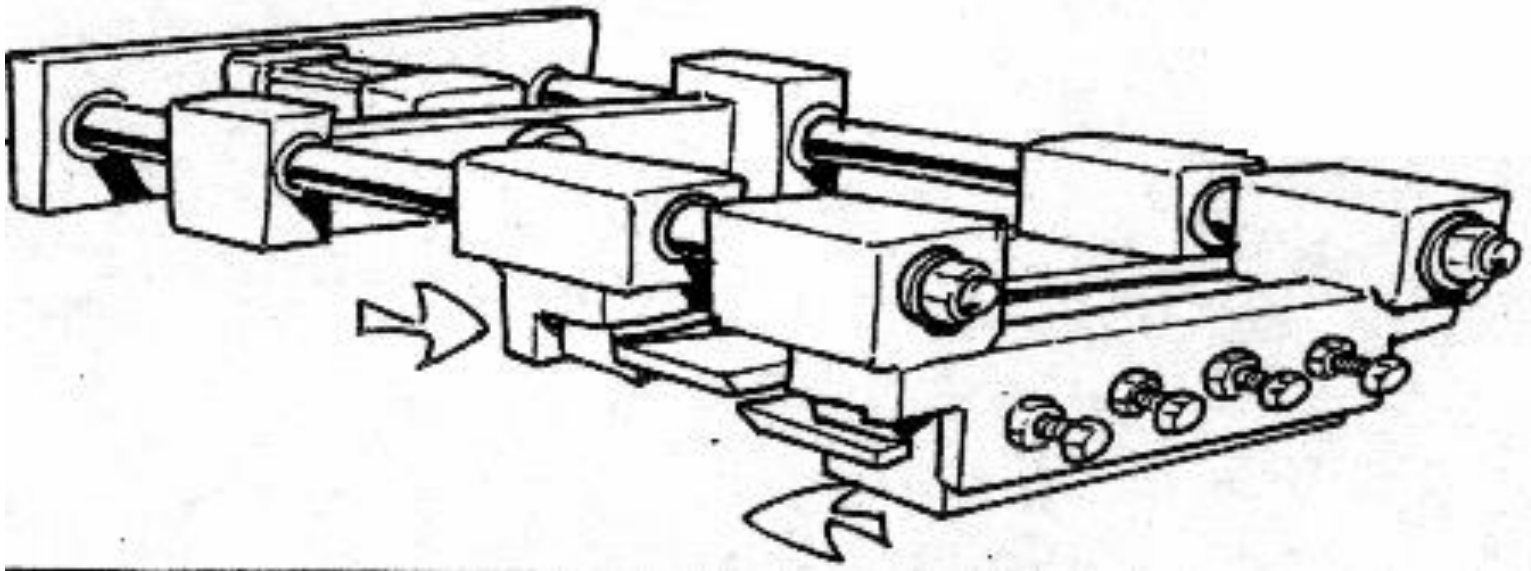
### B. COUTEAU FRAPPEUR

- Le couteau frappeur est utilisé pour la **coupe à froid** de la paraison dont le **diamètre est inférieur à 60 mm**.
- Ce procédé **n'est pas applicable** aux paraisons **en PP et en PC**



### C. CISEAUX A FROID.

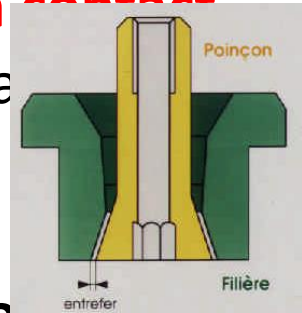
- Les ciseaux à froid représentent un système universel de coupe pour les paraisons de **diamètre moyen ou grand**.
- Il est employé **pour toutes les matières à l'exception** du PP et du PC.



### D. POINÇONNEMENT

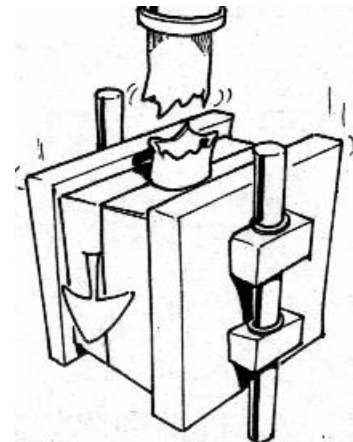
Dans les cas de paraison **de grand diamètre et de forte épaisseur** (fûts, citernes...), le sectionnement de la paraison se fait par **poinçonnement**.

C'est à dire que hydrauliquement **le poinçon est amené en contact avec la filière sectionnant** ainsi la paraison sans risque d'apla



### E. CAS PARTICULIER : ARRACHEMENT DE LA PARAISON

Ce système n'est applicable que dans le cas où **le poste de soufflage se trouve en dessous de la tête d'extrusion**



# MOULE D'EXTRUSION SOUFFLAGE



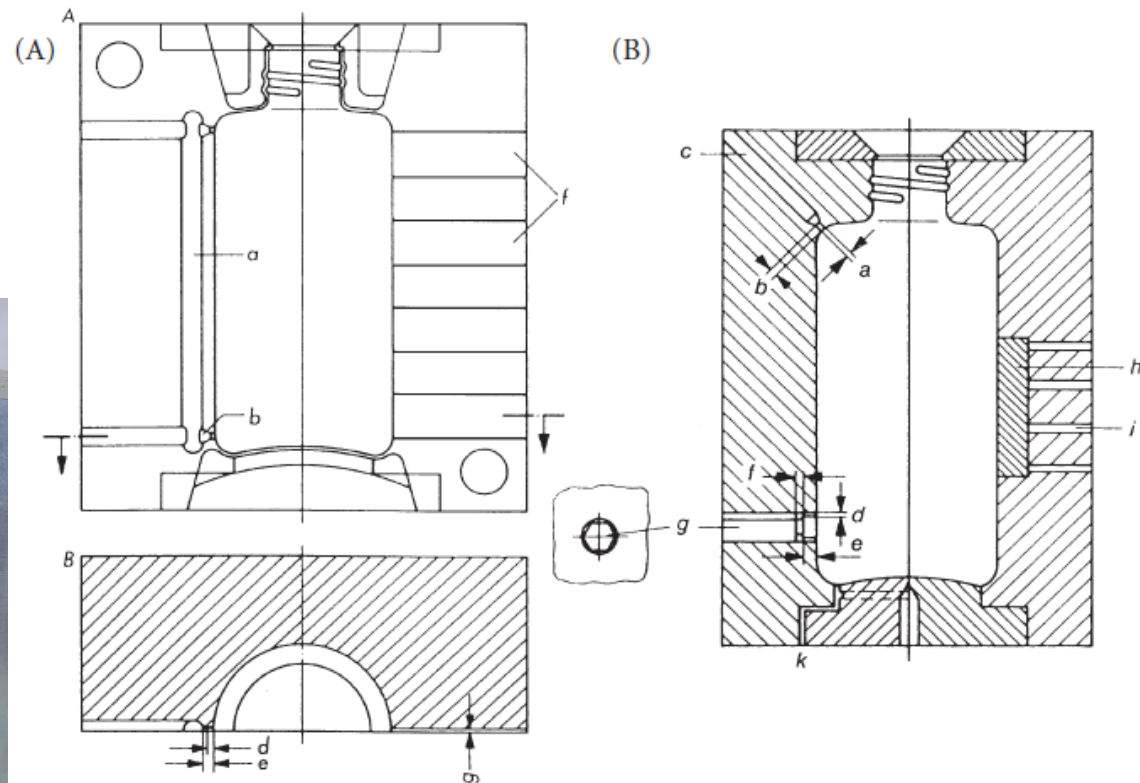
## II. EXTRUSION SOUFFLAGE

## EXTRUSION SOUFFLAGE EN DISCONTINU

### LE MOULE D'EXTRUSION SOUFFLAGE

#### A. FONCTION

- Centrage
- Pincement
- Mise en forme
- Dégazage
- Découpe / prédécoupe.
- Refroidissement.



## II. EXTRUSION SOUFFLAGE

## EXTRUSION SOUFFLAGE EN DISCONTINU

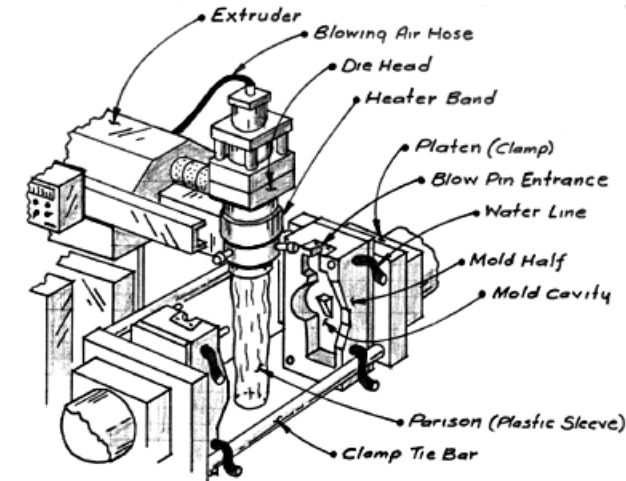
### LES SYSTEMES DE FERMETURE.

Ils assurent le déplacement du moule, l'ouverture, la fermeture et le verrouillage.

### A. CINEMATIQUE

La fermeture s'effectue en 3 phases :

- Approche rapide des 2 demi moules (haute pression).
- Approche lente en fin de course pour opération de soudure (basse pression).
- Opération de « claquage » pour préparation découpe des carottes.



**Blow Molding Machine**

*Note: Simplified for clarity.*

Position de fermeture du moule

99 - 100%

90 - 99%

0 - 90%



Exemple : fermeture d'un moule pour la fabrication d'un bidon de 5 litres en PEHD sur machine de 20 tonnes de fermeture.

## II. EXTRUSION SOUFFLAGE

## EXTRUSION SOUFFLAGE EN DISCONTINU

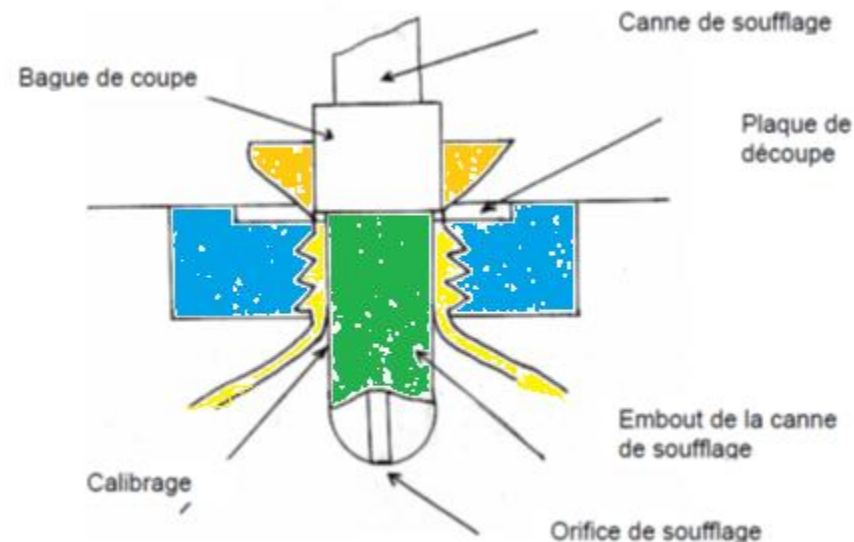
### L'UNITE DE SOUFFLAGE

#### A. SOUFFLAGE PAR CANNE DE CALIBRAGE :

Cette technique est généralement utilisée pour une machine d'extrusion en **continu et transfert de moule**. Les articles soufflés selon ce procédé ont les goulots formés par la combinaison canne / moule.

#### La canne a plusieurs fonctions :

- Elle forme le diamètre intérieur du col. Elle remplit alors la fonction de calibrage.
- Elle prédécoupe la chute de tête par pression sur la plaque de coupe
- Elle souffle l'air par le canal intérieur



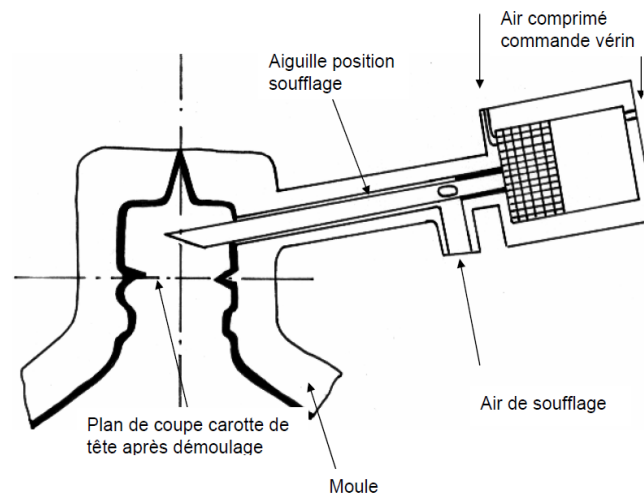
## II. EXTRUSION SOUFFLAGE

## EXTRUSION SOUFFLAGE EN DISCONTINU

### L'UNITE DE SOUFFLAGE

### B. SOUFFLAGE PAR AIGUILLE

Ce système est utilisé sur les **machines à barillet**. On souffle lorsque le moule est en mouvement. Pour cela, l'aiguille est montée en tête de moule.

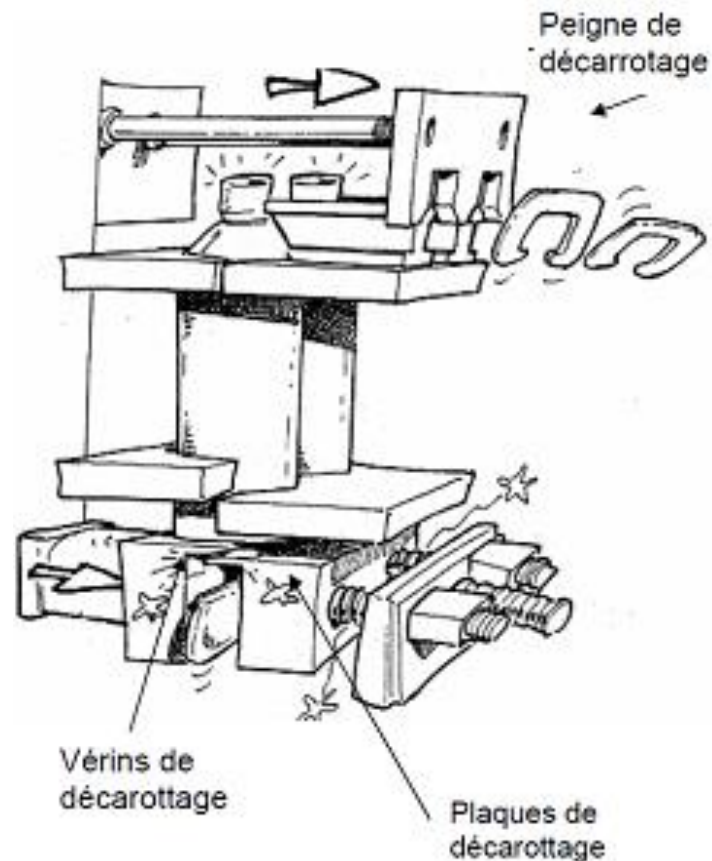




### UNITE DE DECAROTTAGE ET D'EVACUATION.

Cette opération est généralement faite en aval du soufflage. Il existe plusieurs procédés :

- Par guillotine : décarottage des bidons
- Par fraisage
- Dans le moule.



FINN

# COMPARAISON

## 6. COMPARATIF AVEC EXTRUSION SOUFFLAGE

<b>AVANTAGES</b> de l'injection soufflage	<b>INCONVENIENTS</b> de l'injection soufflage
<ul style="list-style-type: none"><li>- Suppression des opérations de finition.</li><li>- Absence des lignes de soudure .</li><li>- Ouverture parfaitement calibrée intérieurement et extérieurement : goulot à vis.</li><li>- Réalisation d'épaisseur contrôlée lors de l'injection : plus aisée que la programmation de la paraison.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Procédé cher car réalisation de deux moules, et utilisation de deux procédés.</li><li>- Limitation aux produits symétriques, ne possédant pas de poignées, ni de contre-dépouilles importantes.</li><li>- Dimensions limitées.</li><li>- Réglage délicat de la température de la préforme (voir tableau).</li><li>- Cadences plus lentes : transfert.</li></ul>