

# Chapitre IV

## Les presses d'injection

### introduction

1. Principe
2. Architecture des presses à injecter
3. Les presses à injecter hydrauliques
  1. Unité d'injection
  2. Unité de fermeture
  3. Fixation moule
  4. Un système d'éjection

- Site : <https://choucheneslim.wordpress.com/>
- Article cours et TP : [10- Procédés de mise en forme des matières plastiques](#)
- PLAYLIST YOUTUBE « **Procédés - Injection des thermoplastiques** » :  
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLvDWnPZXu-OgS3fJqc1-JE5g3xQcyhQPv>

# introduction

*La fabrication des pièces par injection dépend de trois composantes :*

- la .....
- le .....
- la .....

***En pratique, le processus se déroule de la façon suivante :***

- 1. on choisit d'abord une matière (**caractéristiques** physiques, chimiques, esthétiques, etc., bien définies, répondant au cahier des charges)***
- 2. Ensuite on construit un moule (**adaptées** à la matière choisie).***
- 3. Pour la fabrication, on choisit une presse à injecter qui respectera à la fois les critères **économiques** et ceux de la **qualité*****

# 1. Principe

**La fabrication commence :**

- 1. par la ..... de la matière solide en matière visqueuse injectable.**
- 2. Elle continue par la ..... du moule et le remplissage de celui-ci sous pression avec la matière plastifiée.**
- 3. Après que la matière dans le moule est redevenue solide, on ouvre le moule et on éjecte la pièce.**



## Vidéos

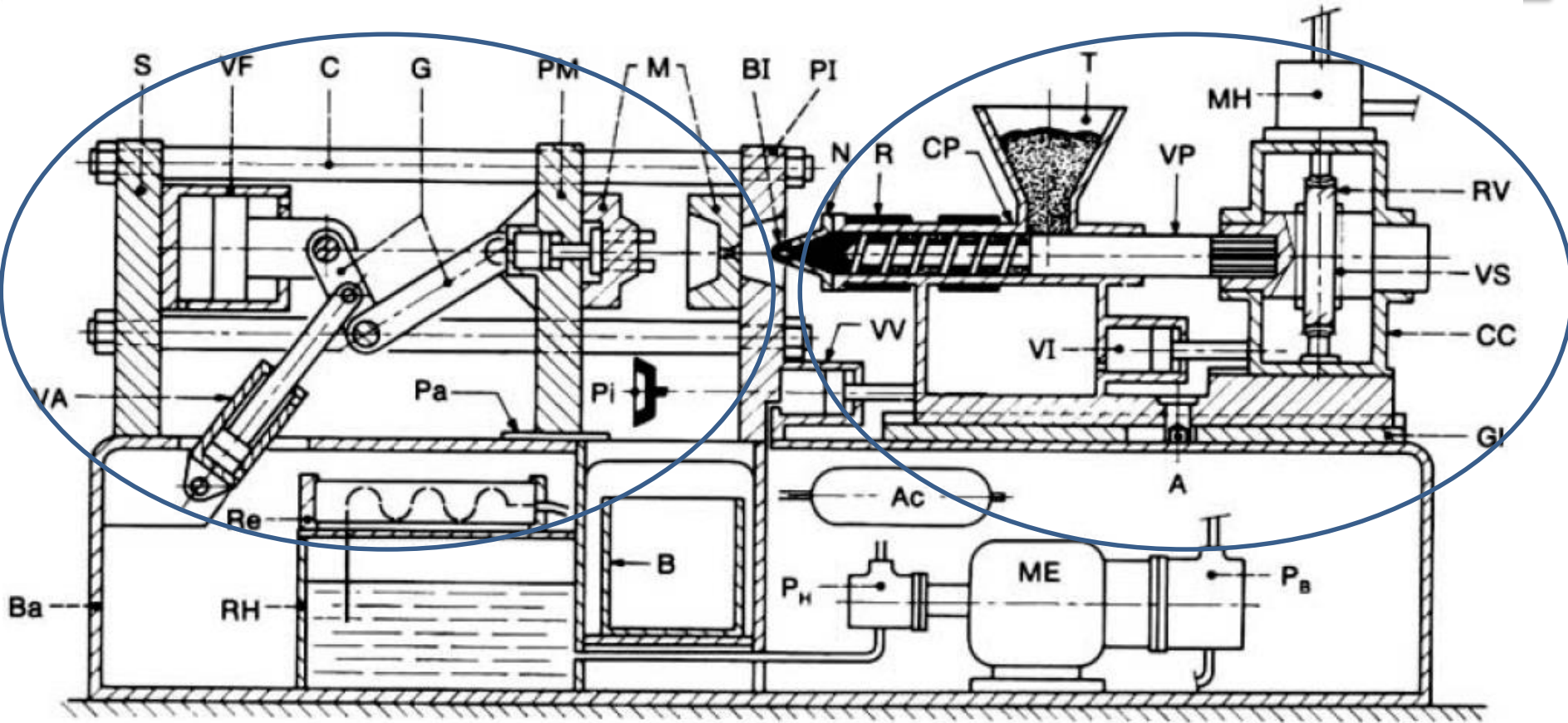
### CYCLE DE MOULAGE :

1. [1 INJECTION 0 simulation et réell dosage cycle de moulage bavure](#) (à partir de **2:40** min)
2. [1 INJECTION Presse d'injection](#)
3. [1 INJECTION 0 Domaines d'ppl pièces injectées principe de l'injection simulation et réelle](#) ( simulation et réelle = à partir de **1:30** min)

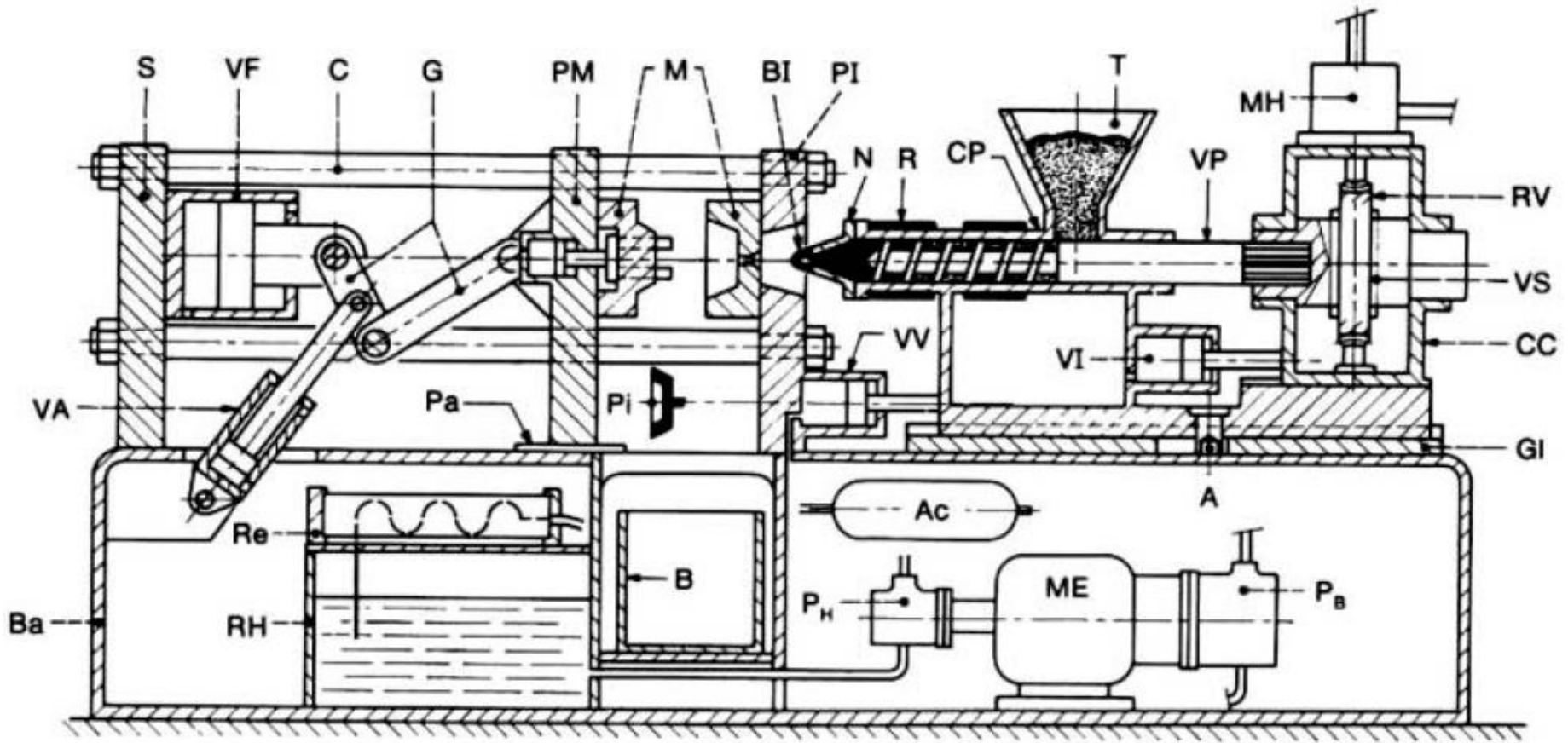
## 2. Architecture des presses à injecter

### *Architecture d'ensemble*

La figure 19 montre une presse horizontale à fermeture à genouillères avec blocage hydraulique du moule. Les genouillères sont actionnées par un vérin VA et l'éjection est également assurée hydrauliquement.



## 2. Architecture des presses à injecter

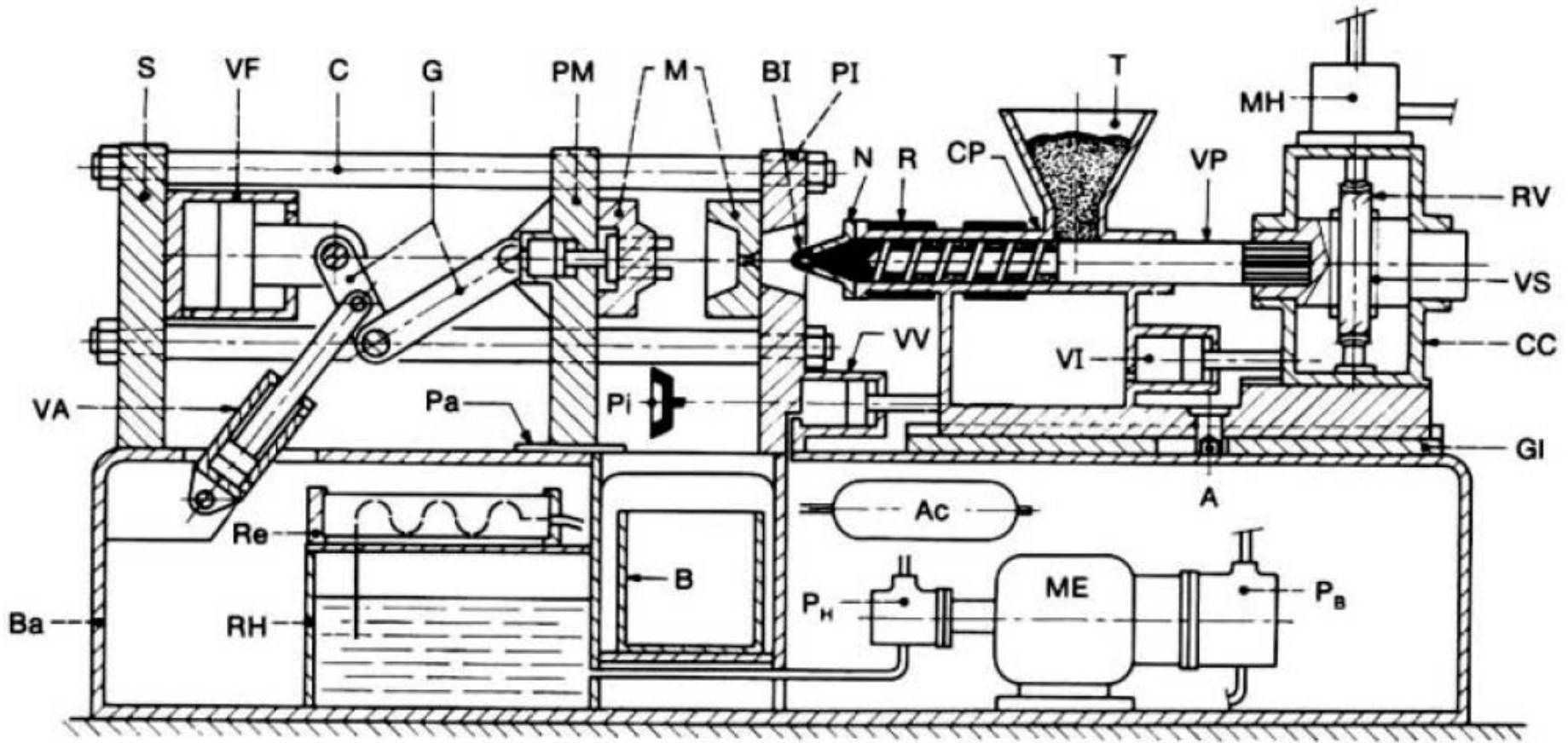


A axe de pivotement du bloc d'injection  
 Ac accumulateur  
 B bac de stockage des pièces moulées  
 Ba bâti ou châssis  
 BI buse d'injection  
 C colonne  
 CC carter coulissant  
 CP cylindre de plastification

G genouillère  
 GI glissière  
 M moule  
 ME moteur électrique  
 MH moteur hydraulique  
 N nez de cylindre  
 Pa patin de frottement  
 P<sub>B</sub> pompe basse pression



## 2. Architecture des presses à injecter



**P<sub>H</sub>** pompe haute pression  
**PI** plateau d'injection  
**Pi** pièce moulée  
**PM** plateau mobile  
**R** résistance chauffante  
**Re** refroidisseur  
**RH** réservoir d'huile  
**RV** roue à vis sans fin

**S** sommier  
**T** trémie  
**VA** vérin d'approche  
**VF** vérin de fermeture  
**VI** vérin d'injection  
**VP** vis de plastification  
**VS** vis sans fin  
**VV** vérin d'avance et de recul du bloc d'injection



## Vidéos

### Architecture des presses à injecter :

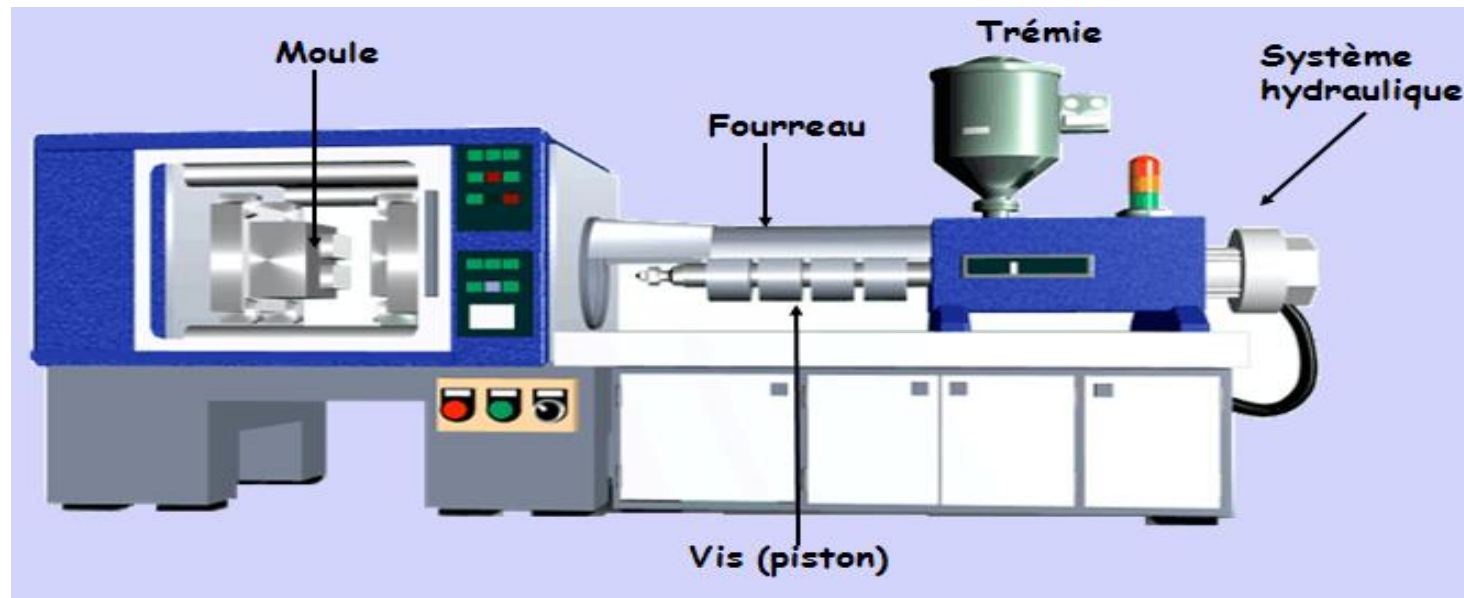
1. [1 INJECTION Presse d'injection](#)
2. [1 INJECTION 0 partie de la machine Molding Machine Components](#)
3. [1 INJECTION 0 simulation de l'unité de plastification](#)
4. [1 INJECTION 0 simulation plastification et injection \*\*GROUPE INJECTEUR\*\*](#)
5. [1 INJECTION COLIER DE CHAUFFAGE Plastic Injection Molding](#)
6. [1 INJECTION 0 simulation et réell dosage cycle de moulage bavure rôle de groupe fermeture](#) (**Groupe de fermeture=** à partir de 1min35 ; **RESUME cycle de moulage=** à partir de 2min38 )



### 3. Les presses à injecter hydrauliques

La machine d'injection plastique est construite autour d'un bâti comprenant :

- ✓ Le système de fermeture et de maintien du moule,
- ✓ Le système d'éjection des pièces,
- ✓ Les organes de refroidissement
- ✓ Les organes de génération de puissance hydraulique
- ✓ ainsi que la commande numérique.
- ✓ A ce bâti modulaire sont associées une ou deux unités d'injection mono-vis



❑ **Le groupe d'injection** assure les **tâches** suivantes :

- ..... la matière première ;
- ..... d'une manière homogène une quantité de matière solide prédéterminée ;
- ..... le contact entre le moule et l'unité d'injection ;
- ..... la matière plastifiée dans des conditions établies.

❑ **Les principaux éléments** de l'unité d'injection sont :

- la **trémie** d'alimentation en granulé ;
- le **cylindre** de plastification constitué d'un **fourreau** chauffé par **des colliers** et **d'une vis** de malaxage. Cet ensemble se termine par **une buse** plaquée contre le moule pendant l'injection ;
- d'un **support mobile** permettant le positionnement de l'unité par rapport au moule,
- d'un **moteur d'entraînement de la vis** assurant le mouvement de malaxage,
- de **vérins d'injection** contrôlant la position axiale de la vis par rapport à son fourreau.

# Unité d'injection

## LA VIS D'INJECTION

- C'est l'élément le plus important de la presse à injecter.
- Le but étant de plastifier une matière sans lui faire perdre de ses caractéristiques au moment du passage en fusion.
- **Elle assure 2 fonctions essentielles :**
  - .....de la matière.
  - ..... sous pression de la masse fondue dans le moule.

## LA VIS D'INJECTION

Elle est composée de 3 zones :

– Zone d'alimentation

- .....les granulés à l'intérieur du cylindre.
- Dans cette zone, la profondeur des filets de la vis est importante, et reste constante.

– Zone de compression

- On diminue progressivement la profondeur des filets.
- On ..... et on ..... la matière.
- La conjugaison friction + apport calorifique des résistances chauffantes provoque la fusion des granulés.

– Zone d'homogénéisation

- Dans cette zone, la profondeur redevient constante, ce qui permet d'homogénéiser la masse de matière fondue et de bien mélanger les additifs.
- Les longueurs de ces différentes zones et leur profil peut être différent.

# Unité d'injection

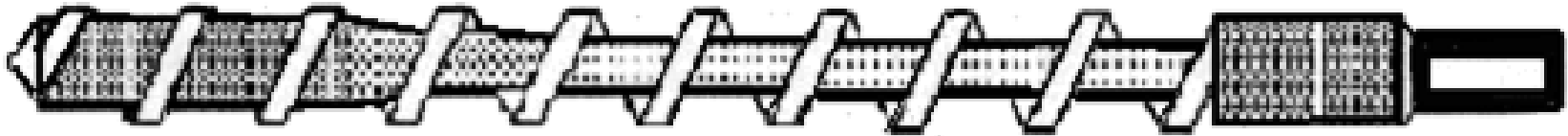
## LA VIS D'INJECTION

On retrouvera :

- **Vis** à profil pour matières **amorphes**.



- **Vis** pour matières **semi-cristallines**



- **Vis** à profil universel.
- **Vis** pour matières spécifiques (sans clapet pour PVC rigide)

# Caractéristique d'une vis

- **Diamètre extérieur**
- **Longueur filetée** : Exprimée en nombre de fois son diamètre
- **Longueur de chaque zone** : % de la longueur filetée
- **Pas de la vis** : Souvent constant
- **Profil** :
  - Universel.
  - Amorphe.
  - Semi-cristallin.
- **Taux de compression** :
  - Rapport du volume de matière dans un filet de la zone d'alimentation par rapport à un filet en sortie de la zone de compression.
  - Taux bas (1,2 à 1,8) PMMA, ABS, PVC...
  - Taux moyen (2 à 3) PC, PS, PPO...
  - Taux élevé (3 à 4,5) PE, PFA, PA...



# L'ENSEMBLE POINTE DE VIS-CLAPET

**Situé à l'avant de la vis, il se compose de plusieurs éléments :**

- **Pointe de vis :**
  - Vissée en bout de vis, elle évite les turbulences de matière lorsque celle-ci arrive à l'avant.
- **Bague intermédiaire + siège :**
  - Ce sont ces pièces qui assurent l'étanchéité au moment de l'injection de la matière dans le moule.
- **L'usure de ces pièces détériore la qualité de moulage des pièces.**

# L'ENSEMBLE POINTE DE VIS-CLAPET

## Vis-Clapet



# Unité d'injection

## a) Plastification

La **matière plastique** à l'état plastifié a une **viscosité** telle qu'elle rend possible le remplissage de moules avec les pressions disponibles sur des presses à injecter (**de 400 à 2 400 bar**).

La **plage de températures** à l'intérieur de laquelle le **moulage** est possible se situe **entre**

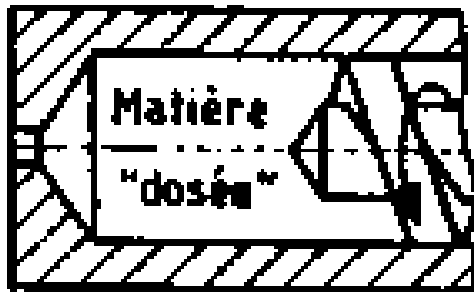
- la température de .....
- et la température de début de ..... (Cette remarque ne concerne que les polymères cristallins).
- Pour les polymères amorphes pour lesquels la température de fusion n'existe pas, la limite inférieure de plastification est moins bien définie.

# Unité d'injection

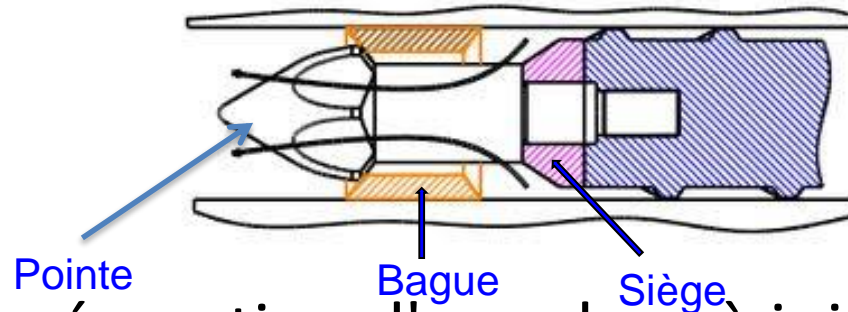
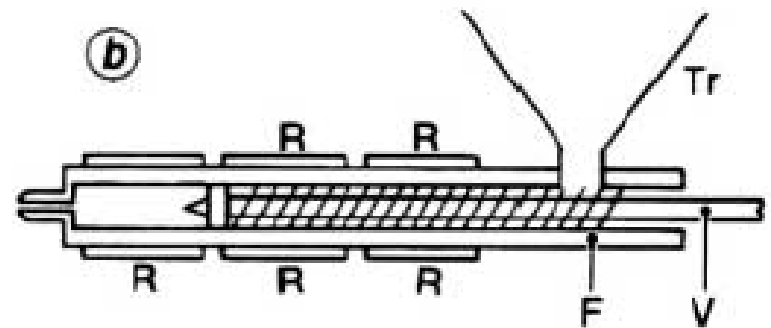


## a) Plastification

Le plastique plastifié est refoulé à l'avant du pot d'injection, ce qui a pour effet de faire reculer la vis grâce à un clapet qui se trouve à son extrémité.



Dosage par rotation  
de la vis



Le dosage (préparation d'une dose à injecter dans le moule) s'effectue par rotation de la vis.

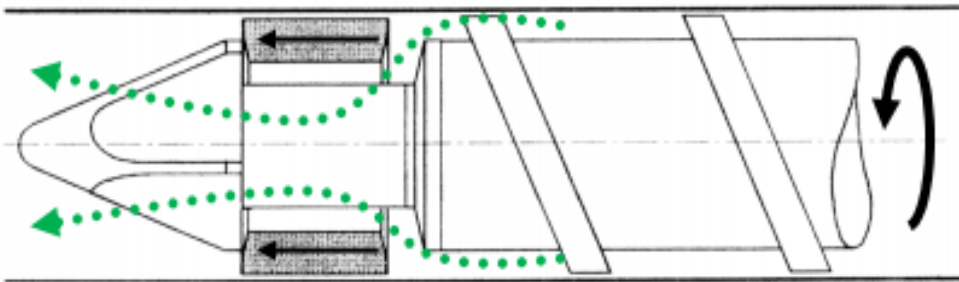
# Unité d'injection

## Le clapet anti-retour:

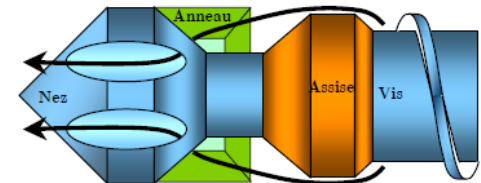
Il est positionné en bout de vis et est composé du **siège**, de la **bague** et la **pointe**. La bague permet la fermeture et l'ouverture du passage de la matière fondue pendant la phase de dosage et d'injection.

## FONCTIONNEMENT

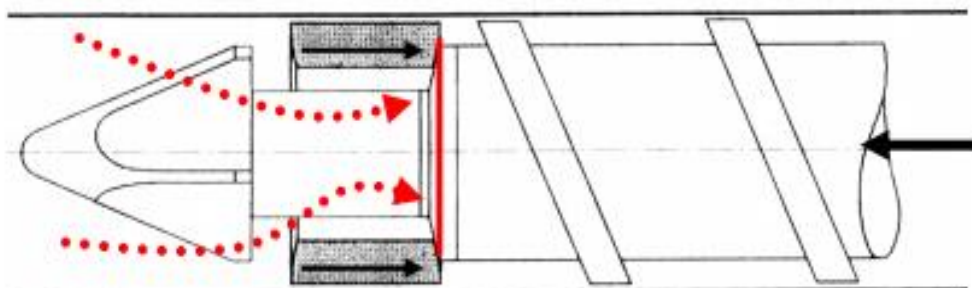
- Pendant **la plastification** : la bague, poussée par la matière vient en appui sur la pointe.



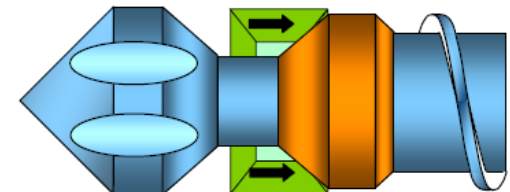
*Anneau en position avant pendant la plastification.  
La matière peut s'accumuler devant le nez du clapet*



- Pendant **l'injection** : la bague est refoulée sur le siège du clapet assurant l'étanchéité.



*Anneau en position arrière, contre l'assise, pendant l'injection  
Pas de reflux de la matière dans le chenal de la vis*



# Unité d'injection

## b) Injection

Dans le procédé de transformation des matières plastiques par injection, la phase d'injection consiste à établir les **paramètres** physiques suivants :

- *température du .....* ;
- *température de la .....* ;
- *vitesse de propagation de la matière en fonction de la course de la vis-piston ;*
- *pression sur la matière en fonction du temps.*



# Unité d'injection

## b) Injection

### — *température du moule*

La première opération consiste à mettre **le moule** à la **bonne température**.

- ❑ Pour des moules qui fabriquent des pièces techniques, cette **température varie entre 70 et 120 °C** (exemple : polyamide, polycarbonate, ABS).
- ❑ Pour des articles destinés à l'emballage ou à des tâches ménagères, la température de ces moules peut varier **entre 7 et 40 °C**.

# Unité d'injection

## b) Injection

### — *température de la matière ;*

- La **température de la matière** varie selon sa nature.
- En règle générale, on retient que les matières amorphes ont une fourchette de réglage plus large que celle des polymères cristallins ;
- les fabricants donnent toujours sur ce plan tous les renseignements.

# Unité d'injection

## b) Injection

**La phase de remplissage elle-même comporte trois étapes**

:

- *remplissage* ;
- *pressurisation (maintien)* ;
- *compensation*.

## c) Caractéristiques du groupe d'injection

- La capacité d'injection ( $\text{cm}^3$ )
- La capacité de plastification horaire
- La pression maximale d'injection
- Le dégazage,

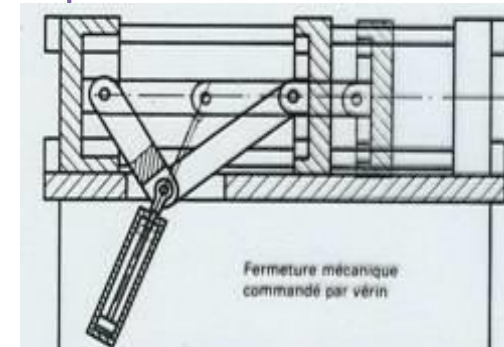
## Unité de fermeture du moule

- Le rôle du groupe de fermeture est de **permettre de monter le moule** sur la presse
- et de **rendre possible** son ouverture et sa fermeture.
- Ce groupe **comprend** deux plateaux : l'un est mobile, l'autre est fixe.
- Le groupe sert aussi **à appliquer la force de fermeture** et à centrer les deux parties du moule lors de la fermeture.
  - **La force de fermeture** est la force nécessaire pour maintenir les deux parties du moule fermées pendant son remplissage sous haute pression.
  - ***force de fermeture (kgf) ≥ surface projetée (cm<sup>2</sup>) pression (kgf/cm<sup>2</sup> ou bar) ; (1 kgf ≈ 10 N ; 1 kgf/cm<sup>2</sup> ≈ 10<sup>5</sup> Pa.)***

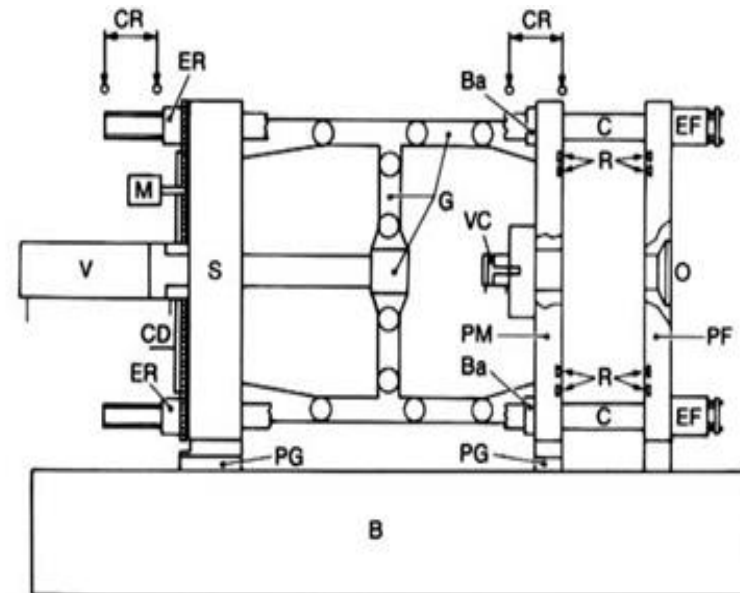
# Unité de fermeture du moule

## a) Mécanique (Système à genouillères)

Lorsque le **vérin rentre**, les éléments de genouillère se plient et le plateau se déplace vers l'arrière. Quand le **vérin sort**, les genouillères se déploient et provoquent le mouvement du plateau vers l'avant.

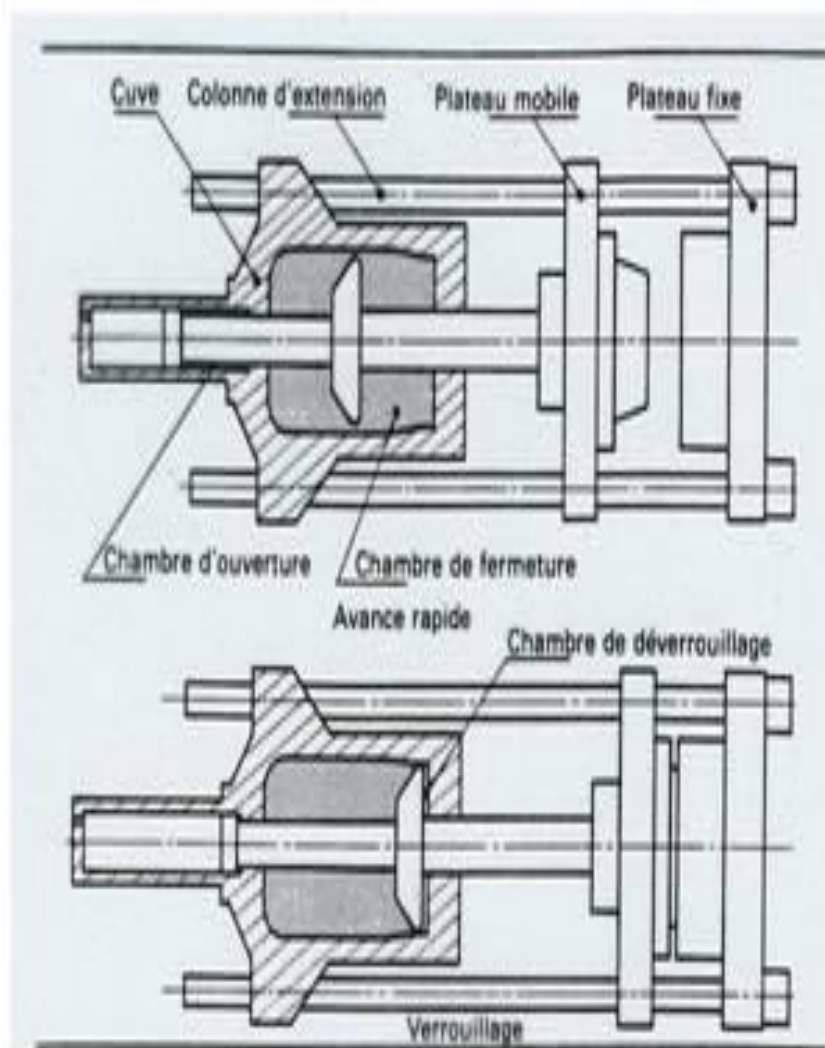


- B bâti
- Ba bague
- C colonnes
- CD couronne dentée centrale
- CR course de réglage d'épaisseur
- EF écrou de fixation de la colonne
- ER écrou de réglage d'épaisseur de moule
- G genouillère
- M moteur électrique
- O ouverture dans le plateau permettant de mettre en contact le nez du pot d'injection avec la buse d'entrée du moule
- PF plateau fixe
- PG patin de glissière
- PM plateau mobile
- R rainure de bridage
- S sommier
- V vérin hydraulique
- VC vérin hydraulique pour commander l'éjection des pièces du moule



# Unité de fermeture du moule

## b) Hydraulique



- Deux vérins hydrauliques de petites sections, permettent les mouvements rapides du plateau mobile, ou un petit vérin incorporé dans le grand vérin.
- Le vérin de fermeture assure le verrouillage selon la pression.



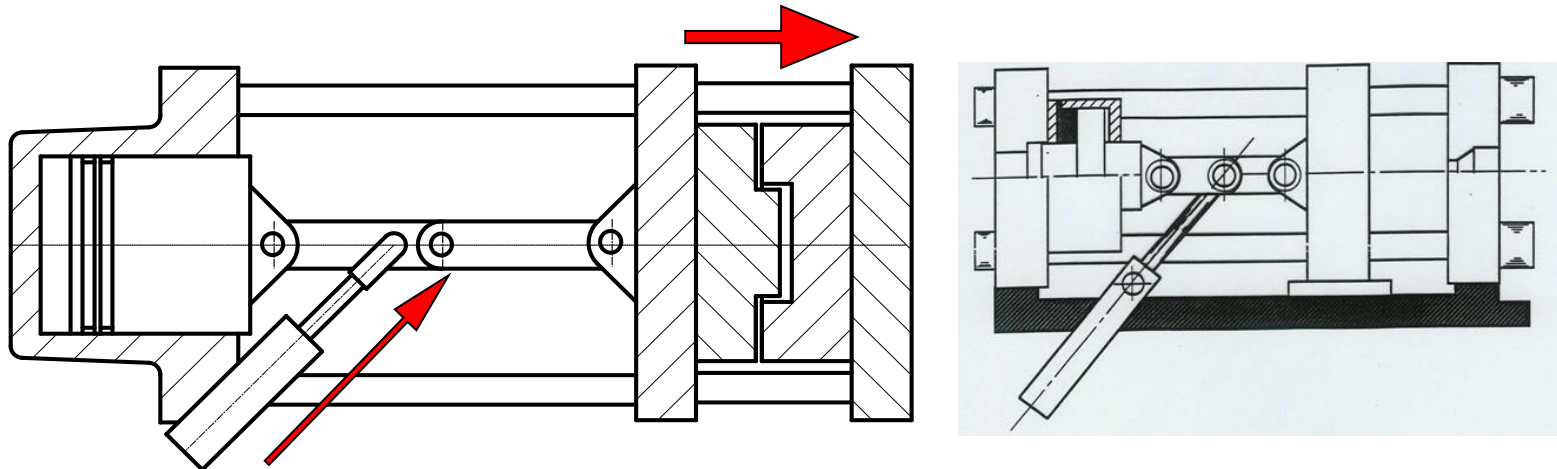
# FERMETURE HYDRAULIQUE



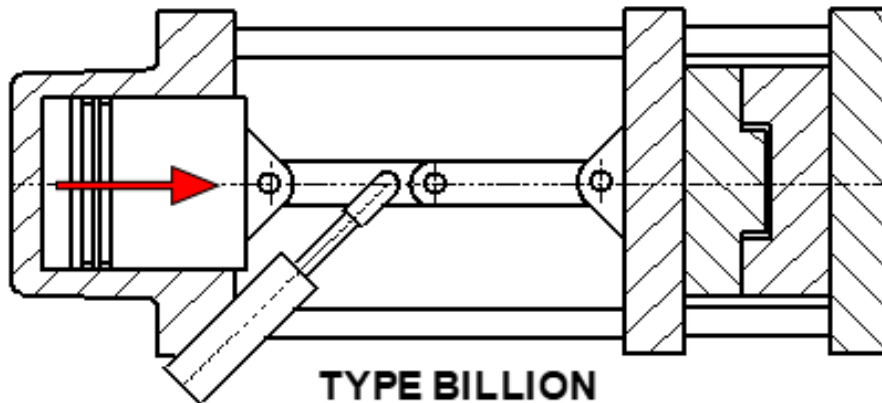
# Unité de fermeture du moule

## c) Hydromécanique

- Fermeture du moule par la genouillère en pression de sécurité.



- Verrouillage du moule par le vérin de fermeture en haute pression.
- C'est le vérin de fermeture qui sert au réglage de l'épaisseur du moule..



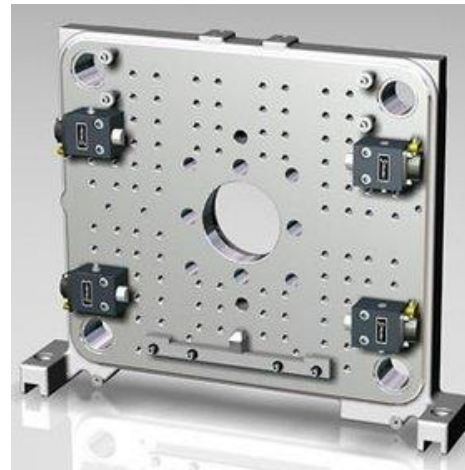
# Fixation moule



Elle doit se faire **rapidement** tout en **garantissant** un **centrage** parfait de la partie fixe et de la partie mobile du moule.



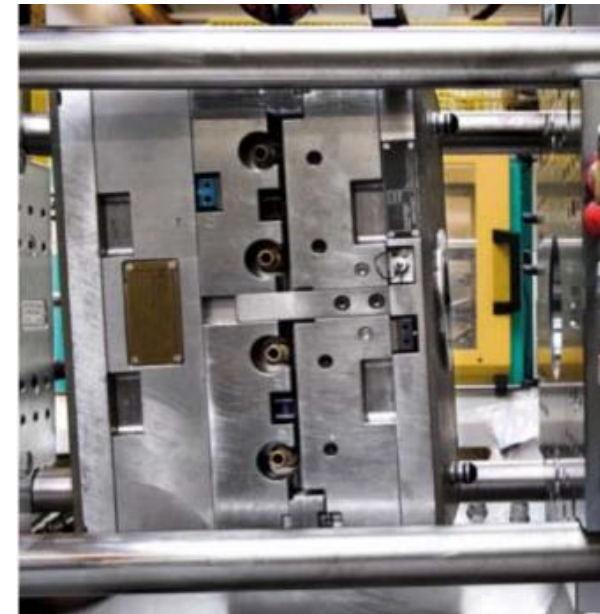
Par bridage



Par bridage



Par plateau

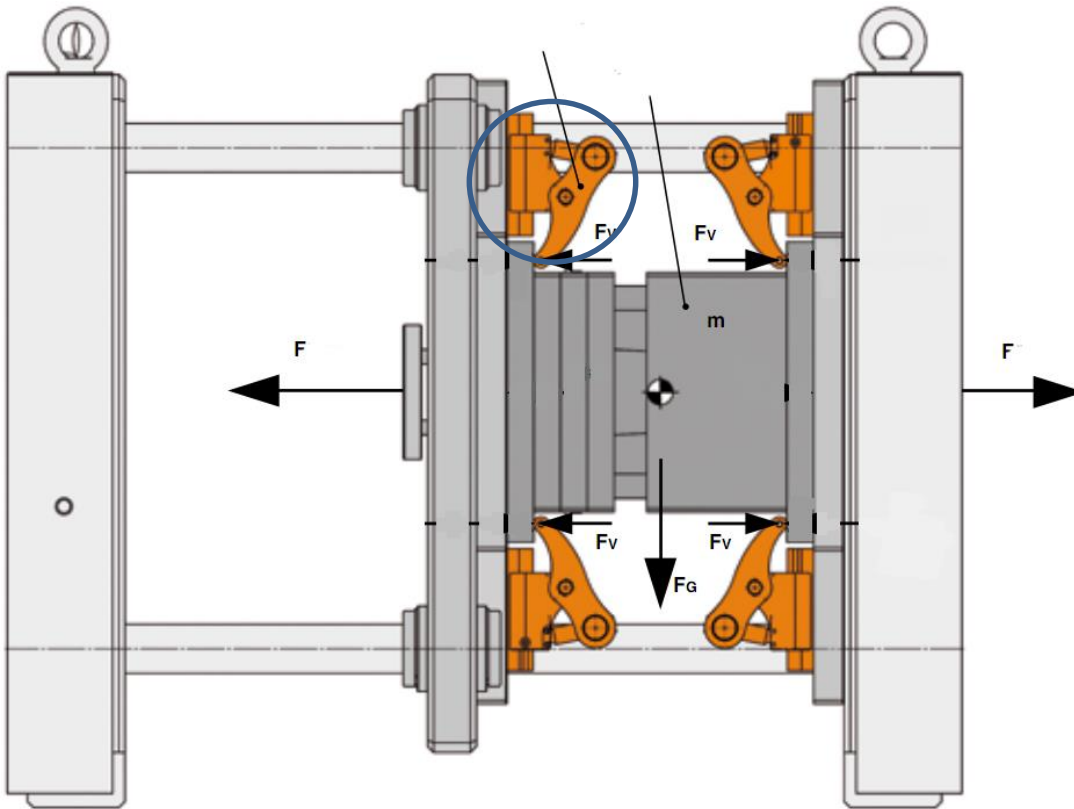


Par bridage

# Fixation moule

Par bridage mécanique

Le couple de serrage est réalisé par l'ensemble vis-écrou



$F_G$ : poids du moule (KN)

$F_v$ : Force de bridage (KN)

$F$ : Force qui tend à ouvrir le moule du fait de la pression moyenne dans les empreintes.

$$F = \text{Pression moyenne dans l'empreinte} * \text{Surface frontale de la grappe} * 1.1$$

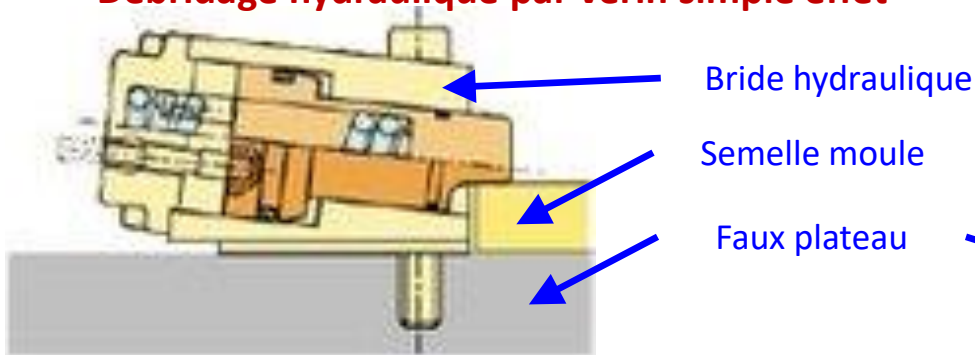


# Fixation moule

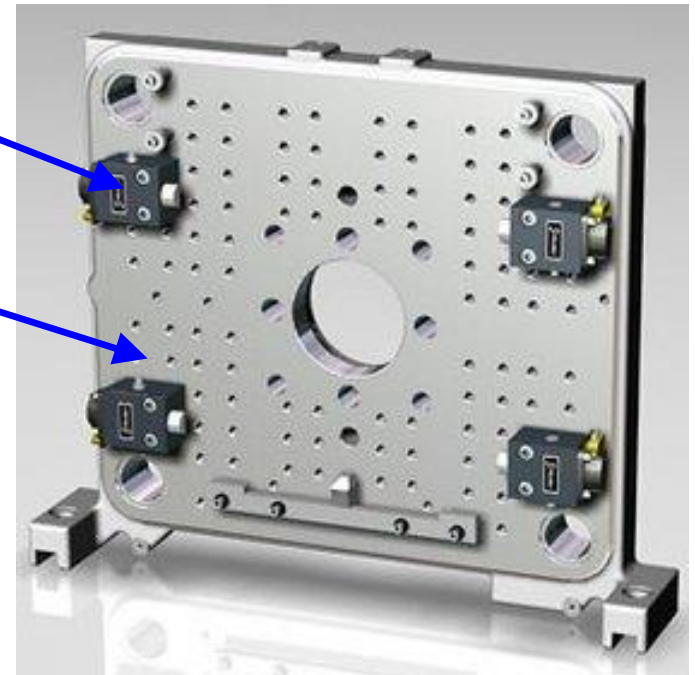
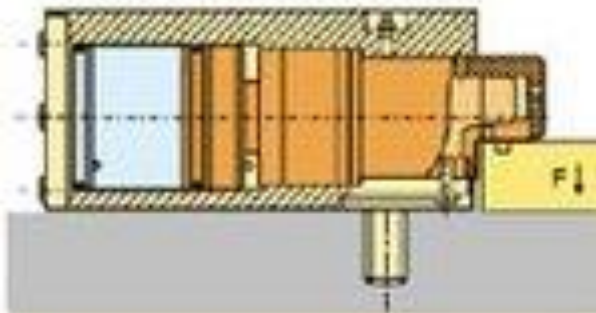
## Par bridage hydraulique:

Le couple de serrage réalisé par l'ensemble vis-écrou est **remplacé par des vérins hydraulique**

- 1. Bridage automatique par ressort.  
Débridage hydraulique par vérin simple effet**



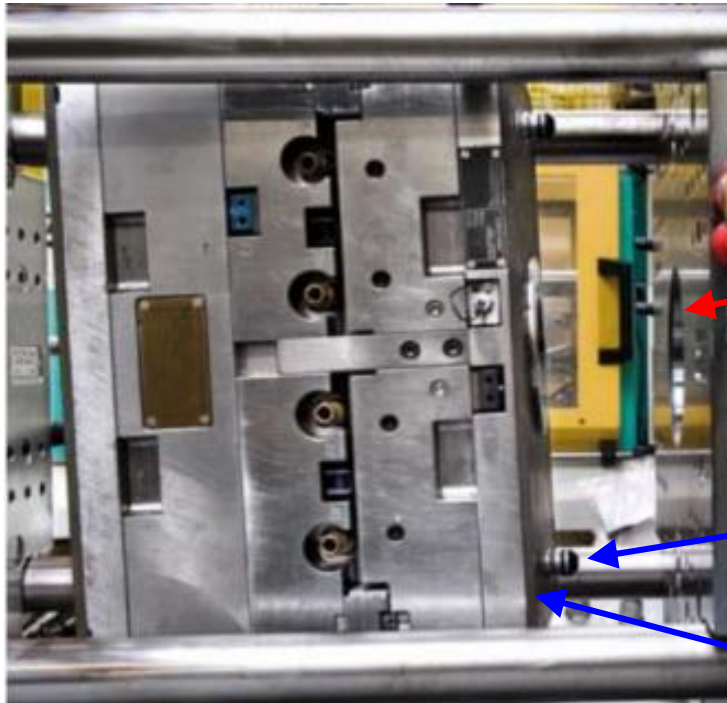
- 2. Bridage/débridage hydraulique automatique par vérin double effet.**



# Fixation moule

## Par bridage hydraulique (Système avec plots)

- Des **plots** de fixation sont fixés sur la **semelle** du moule.
- Des **modules de serrage** sont logés dans les **plateaux presse**.
- Après la pose de l'outillage entre les plateaux, les vérins intégrés dans les **modules de serrage**, déplacent des fourchettes qui viennent s'insérer sur les plots et bloquent le moule



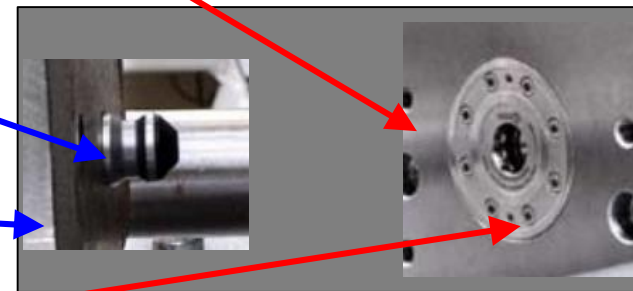
Module de serrage

Plateau presse

Plots

Semelle moule

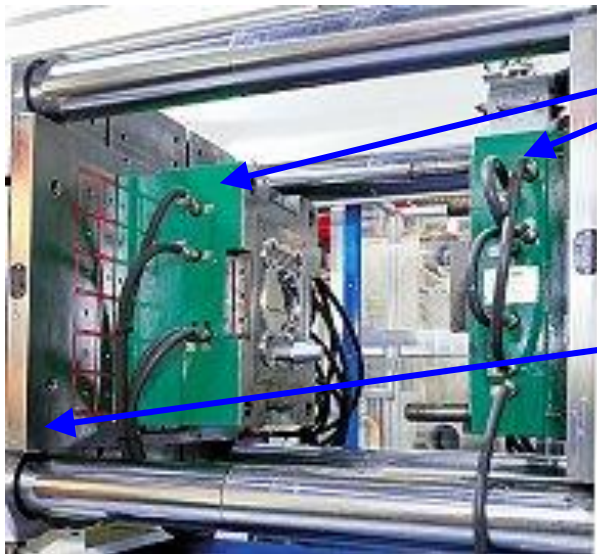
Module de serrage



# Fixation moule

## Par bridage magnétique

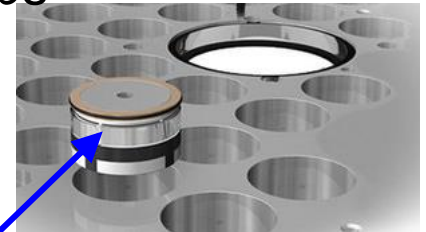
- Un moule serré magnétiquement ne subit ni tension, ni déformation : la **force est développée uniformément sur la superficie de contact** et générée seulement au bas de la plaque de base, comme un bridage traditionnel.
- La qualité de la pièce moulée reste constante dans le temps



Moule d'injection

Des aimants interchangeables

Faux plateau



# Un système d'éjection

## Fonction :

- Evacuer les pièces injectées du moule à la fin du cycle de moulage.



## L'éjection est assurée par :

- a) Un vérin hydraulique.
- b) Une queue d'éjection fixée sur la batterie du moule.
- c) Un attelage qui permet d'accoupler la tige du vérin avec la queue d'éjection du moule.



## d) Caractéristiques du groupe de fermeture

**La force de fermeture** exprime la force que la presse peut développer pour serrer les deux parties du moule l'une contre l'autre. Il faut respecter l'inégalité :  $F > PS$

**La course d'ouverture** détermine l'espace que le groupe de fermeture peut offrir à l'utilisateur pour extraire la pièce du moule. Elle limite la cote de profondeur de la pièce.

**Le passage entre colonnes** détermine la largeur maximale du moule que l'on peut monter sur la presse sans enlever une colonne. Cette grandeur est constituée de deux chiffres exprimant les valeurs de passage (en mm), le premier vu de profil, le second vu de dessus.

## d) Caractéristiques du groupe de fermeture

**Les dimensions des plateaux** fixent les dimensions maximales dont on peut disposer pour monter un moule dans certains cas spécifiques.

**L'épaisseur minimale du moule** est la distance minimale entre les deux plateaux quand le plateau mobile est dans la position dite fermée et que la course de réglage d'épaisseur de moule est égale à zéro.

**L'épaisseur maximale du moule** est la distance maximale entre les deux plateaux quand le plateau mobile est dans la position dite fermée et que la course de réglage d'épaisseur de moule est à la valeur maximale.

## d) Caractéristiques du groupe de fermeture

**La course d'éjection** définit la course maximale du vérin d'éjection, ce qui conditionne la course des éjecteurs du moule.

**La force d'éjection** exprime la force que le système d'éjection peut développer.

**Le nombre de cycles à vide** donne une indication sur les vitesses maximales que les mouvements d'ouverture et de fermeture peuvent atteindre.